

Sonderdruck aus „Zeitschrift für Acker- und Pflanzenbau“

[Z. Acker- u. Pflanzenbau 127, 207—242, 1968]

Alle Rechte, auch die des auszugsweisen Nachdruckes, der photomechanischen Wiedergabe und der Übersetzung, vorbehalten.

Verlag Paul Parey, Berlin und Hamburg

*Aus dem Institut für Grünlandlehre
der Technischen Hochschule München*

Einflüsse der Witterung und des Bodens auf die Ernteerträge in einem Standortvergleich

II. Mitteilung
(Versuchsjahre 1962—1964)¹

Von

G. VOIGTLÄNDER

Mit 11 Abbildungen

Eingegangen am 28. November 1967

Einleitung und Problemstellung

Über die Problemstellung, die Art der Versuchsanlage und über die Ergebnisse der ersten drei Jahre (1959 bis 1961) wurde bereits berichtet (5, 6). Auch die wichtigste Literatur, die Methodik und die Daten zur Kennzeichnung der Standorte sind dort angegeben, so daß hier nur eine kurze Einführung erforderlich ist.

Die Erträge der landwirtschaftlichen Kulturpflanzen weisen auf den Versuchsfeldern in Hohenheim (400 m über NN) und auf dem Oberen Lindenhof/Alb (720 m über NN) in allen Jahren \pm große Unterschiede auf. Die in dieser Arbeit beschriebenen und ausgewerteten Kastenversuche wurden in der Absicht angelegt, die Ursachen dieser Differenzen zu klären. Dabei war es von vornherein klar, daß ein Kausalzusammenhang zwischen Einzelfaktoren und Erträgen mit dieser Versuchsanstellung nicht gefunden werden kann. Wohl aber ist sie geeignet, die Wirkungen der Witterung gegen die des Bodens abzugrenzen. Denn der Versuch wurde auf jedem der beiden Standorte mit folgenden Varianten angelegt:

Hohenheim (H)

gewachsener Hohenheimer Boden (Hgw)
aufgeschütteter Hohenheimer Boden (Hh)
aufgeschütteter Lindenhofer Boden (Hl)
aufgeschütteter Gartenboden (Hg)

Lindenhof (L)

gewachsener Lindenhofer Boden (Lgw)
aufgeschütteter Hohenheimer Boden (Lh)
aufgeschütteter Lindenhofer Boden (Ll)
aufgeschütteter Gartenboden (Lg)

¹ Meinen Mitarbeitern, Fräulein MARIE-LUISE DENECKE und Herrn FRITZ MÄDEL, sei an dieser Stelle herzlich gedankt für ihre stets interessierte und tatkräftige Mitarbeit an der Durchführung und Auswertung der Versuche.

Die aufgeschütteten Böden sollen dem Vergleich der Anbauorte und der Böden dienen. Die gewachsenen Böden wurden unter möglichst gleichen Bedingungen mit einbezogen, um im Vergleich zu den geschütteten den Einfluß der Umlagerung testen zu können.

Der sehr fruchtbare Gartenboden (5 % org. Substanz, 65 % Ton und Schluff und 30 % Sand) diene dem Standortvergleich und der Prüfung der Frage, wie weit sehr gute Struktur- und Nährstoffverhältnisse ungünstige Klima- und Witterungsbedingungen auszugleichen vermögen.

Material und Methoden

Versuchsanlage

Die 2 m breiten, 8,80 m langen und 1 m tiefen Kästen wurden mit Betonwänden eingefast. Der eingefüllte Boden hatte jedoch direkten Anschluß an den gewachsenen Untergrund.

Auf allen Kästen wurden jährlich je zwei Früchte in vierfacher Wiederholung angebaut, so daß sich zwei Versuchsreihen mit folgendem Fruchtwechsel ergaben.

Jahr	Versuchsreihe I	Versuchsreihe II
1958	Senf	Senf
1959	Sommergerste, Sommerraps	Kartoffeln
1960	Futterrüben	Winterweizen, Senf
1961	Hafer, Senf	Alexandrinerklee
1962	Kartoffeln	Sommergerste, Senf
1963	Winterweizen, Senf	Futterrüben
1964	Alexandrinerklee	Hafer, Senf

Die Saatzmengen betragen bei Senf 25, bei Alexandrinerklee 35 kg/ha, bei Sommergerste 350, Winterweizen 400 und Hafer 375 keimfähige Körner je

Tabelle 1 enthält die wichtigsten Anbaudaten für die Jahre 1962 bis 1964.

Tabelle 1 Anbaudaten für die Versuchsjahre 1962 bis 1964

Versuchsreihe, Jahr	Frucht	Sorte	S a a t z e i t		Standweite cm	Düngung N P K kg/ha		
			H	L		N	P	K
I 1962	Kartoffeln	Petra	26.4.	27.4.	55x40	100	100	200
	W. Weizen	Heines VII	12.10.	10.10	20	40	100	200
	Senf	FHG ⁺)	31.8.	30.8.	20	80	0	0
	Alex.Klee	It.Herk.	13.4.	13.4.	20	0	100	200
II 1962	S.Gerste	Wisa	2.4.	4.4.	20	40	100	200
	Senf	FHG ⁺)	27.8.	28.8.	20	80	0	0
	F.Rüben	Skania	16.4.	16.4.	44x28	120	100	200
	Hafer	Phönix	11.4.	12.4.	20	40	100	200
	Senf	FHG ⁺)	15.8.	16.8.	20	80	0	0

⁺) Dr. Francks Hohenheimer Gelb

Quadratmeter. Die Feinsämereien wurden aus einem im unteren Teil verengten Reagenzglas, das Getreide nach Legekeil und Meßlatte mit der Hand gesät.

Bei der Bemessung der Düngung wurde angestrebt, Ertragsunterschiede durch Nährstoffmangel auszuschalten und durch Nährstoffüberschuß einzuschränken. So wurde der Mg-Mangel des Lindenhofer Bodens durch zusätzliche Magnesiumgaben ausgeglichen, der Gefahr der Herz- und Trockenfäule bei Rüben durch Anwendung von Borsuperphosphat begegnet und allzu starkes Lager auf Lg und Hg durch Einschränkung der N-Düngung vermieden (Tab. 2).

Tabelle 2 Gesamtnährstoffe in der Düngung von 1959 bis 1964 in kg/ha

Boden	Versuchsreihe I					Versuchsreihe II				
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	CaO	MgO
Hgw	560	600	1200	2200	400	580	600	1200	2200	400
Hh	560	600	1200	2200	400	580	600	1200	2200	400
Lh	560	600	1200	2200	400	580	600	1200	2200	400
Lgw	560	600	1200	2200	600	580	600	1200	2200	800
Ll	560	600	1200	2200	600	580	600	1200	2200	800
Hl	560	600	1200	2200	600	580	600	1200	2200	800
Hg	300	500	1000	1100	250	330	500	1000	1100	250
Lg	300	500	1000	1100	250	330	500	1000	1100	250

Sonst wurde auf die Gleichstellung aller Bearbeitungs-, Bekämpfungs- und Kulturmaßnahmen auf allen Böden beider Standorte größter Wert gelegt.

Untersuchungen am Standort und an den Versuchspflanzen

An beiden Anbauorten wurden folgende Untersuchungen und Messungen durchgeführt:

- Witterung*: Temperatur, Niederschläge, Verdunstung, relative Feuchte und Strahlung nach den Vorschriften des Wetterdienstes.
- Boden*: Temperatur in 10 cm Tiefe dreimal täglich, Bodenfeuchte in 0 bis 25 und 25 bis 50 cm Tiefe einmal wöchentlich, pH und Nährstoffe vor und nach jeder Vegetationszeit.
Widerstandsmessungen mit der Bodensonde nach VON BOGUSLAWSKI (1) jährlich nach der letzten Ernte.
- Pflanzen*: Keimdichtezählung im Frühjahr, Wachstumsmessungen und Bonitierung der Entwicklung während der ganzen Vegetationszeit, Ertragsfeststellungen und Ertragsanalysen bei der Ernte, Untersuchung auf Trockensubstanz und Mengenelemente nach der Ernte.

Die laufende Ermittlung der Witterungsdaten sollte einen möglichst kontinuierlichen Einblick in den Witterungsverlauf geben; mit den Bodenuntersuchungen sollten die für das Pflanzenwachstum wichtigen kurzfristigen Schwankungen der Bodenfeuchte und Bodentemperatur und die langfristigen Veränderungen der Nährstoffversorgung erfaßt werden.

Alle an den Pflanzen durchgeführten Untersuchungen und Messungen verfolgten den Zweck, ein zuverlässiges Maß für die Einwirkung von Boden und Anbauort auf das Pflanzenwachstum abzugeben. Der Ertrag allein reicht hierfür nicht aus, da er von nicht kontrollierbaren und nicht meßbaren Einflüssen mitgestaltet werden kann. Deswegen wurde großer Wert darauf gelegt, Wachstum und Entwicklung während der Vegetationszeit messend zu verfolgen.

Auf die vollständige Darstellung der Einzelergebnisse von a), b) und c) wird in dieser Veröffentlichung verzichtet. Sie werden nur soweit herangezogen, wie es zur Erläuterung oder Begründung der Erträge und Entzüge erforderlich ist.

Die Auswertung

Es war der Sinn der Untersuchungen, die Wirkungsanteile der Witterung und des Bodens am Zustandekommen des Pflanzenertrages herauszuarbeiten und gegeneinander abzugrenzen. Der Anteil der Witterung entspricht dann dem des Anbauorts, da ja unterschiedliche Wirkungen des Menschen und der Versuchspflanzen dadurch ausgeschaltet wurden, daß Saatgutbeschaffung, Anbau und Bearbeitung für beide Standorte einheitlich von demselben Personal durchgeführt wurden.

Der Einfluß des Anbauortes wurde rechnerisch von dem des Bodens abgetrennt, indem die Erträge der Böden Hh, Hl, Lh und Ll mit Hilfe der Varianzanalyse als zweifaktorielle Versuche verrechnet wurden.

Die gewachsenen Böden wurden mit den umgelagerten verglichen, indem getrennt für beide Standorte eine einfache Varianzanalyse für die Böden Hgw, Hh und Hl bzw. Lgw, Lh und Ll durchgeführt wurde.

Ergebnisse und Diskussion

Klima und Witterung

Einzelheiten wurden an anderer Stelle ausführlich besprochen (5). In Tabelle 3 sind die Niederschlagsmengen und Temperatursummen für die Versuchsjahre 1962 bis 1964 zusammengestellt.

Im langjährigen Mittel erreichen die Niederschläge in Hohenheim knapp 700 und auf dem Oberen Lindenhof knapp 900 mm im Jahr. Fast zwei Drittel davon fallen auf beiden Standorten während der Vegetationszeit (April bis September).

Während der Versuchsperiode lagen sie in der Vegetationszeit 1962 deutlich und 1964 stark unter, 1963 etwas über dem langjährigen Mittel. Im Sommer- und Winterhalbjahr fielen auf dem Lindenhof stets höhere Niederschläge als in Hohenheim. Die Differenz war im Sommer- stets etwas größer als im Winterhalbjahr; sie lag 1961/1962 und 1962/1963 deutlich über dem langjährigen Mittel, 1963/1964 ein wenig niedriger.

Die Temperatursummen in den Versuchsjahren differierten ziemlich gleichmäßig, und zwar in stärkerem Maße als das langjährige Mittel, mit stets höheren Temperaturen in Hohenheim. Auffallend sind die kalten Winter 1962/1963 und 1963/1964, besonders auf dem Lindenhof. Die Strahlungssummen von März bis

Tabelle 3 Niederschlagsmengen und Temperatursummen 1962 bis 1964 und im langjährigen Mittel in Hohenheim (H) und auf dem Lindenhof (L) für Oktober bis September (Jahr) und April bis September (IV—IX)

	1961/62		1962/63		1963/64		Langj. Mittel	
	Jahr	IV-IX	Jahr	IV-IX	Jahr	IV-IX	Jahr	IV-IX
	Niederschlagssummen in mm							
H	559	336	639	459	509	270	694	439
L	883	545	869	650	683	381	897	582
H<L	324	209	230	191	174	111	203	143
H:L	63	62	74	71	74	71	77	75
relativ	100	100	100	100	100	100	100	100
	Temperatursummen in °C							
H	3036	2517	2636	2641	3189	2845	3102	2608
L	2077	1871	1470	2070	2102	2235	2454	2334
H>L	959	646	1166	571	1087	610	648	274
H:L	100	100	100	100	100	100	100	100
relativ	68	74	56	78	66	79	79	90

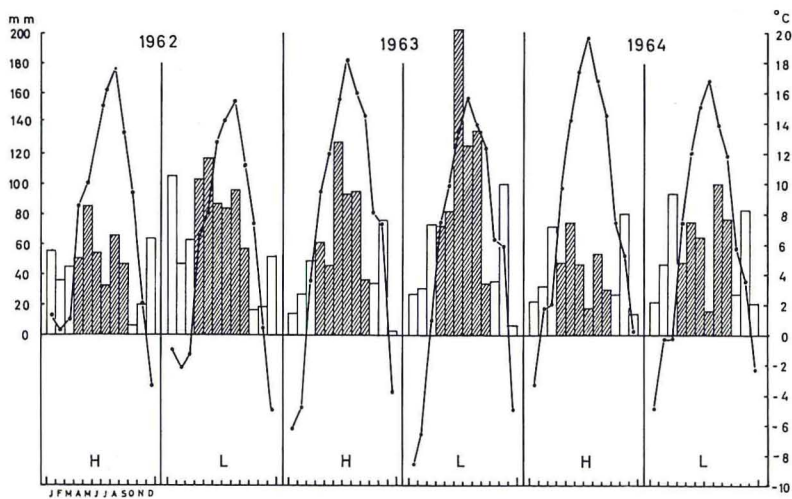


Abb. 1. Temperaturgang in Monatsmitteln (°C) und Niederschläge in Monatssummen (mm) im zweiten Versuchszeitraum (1962 bis 1964) in Hohenheim (H) und auf dem Oberen Lindenhof (L)

Oktober, gemessen mit dem Luzimeter nach BELLANI (3), lagen auf dem Lindenhof jedes Jahr etwas höher als in Hohenheim. Temperaturgang und monatliche Niederschlagsverteilung auf beiden Standorten zeigt auch Abbildung 1.

In Tabelle 4 sind die Niederschlagsmengen, Temperatursummen und die Tage von der Saat bis zur Ernte bzw. von der Saat bis zum Ährenschieben (bis zur Blüte) mit den dazugehörigen mittleren Standortserträgen zusammengestellt. Hieraus ergeben sich sehr gute Hinweise auf die Abhängigkeit der Ertragsbildung und der Erträge von diesen Witterungsfaktoren. Die Vegetationszeit war — wie 1959 bis 1961 — bei allen Früchten mit gut definierbarer Reifezeit auf dem Lindenhof wesentlich länger als in Hohenheim, ebenso die Zeitspanne

„Saat bis Ahrenschieben bzw. Blüte“. Die Wärmesummen waren, soweit definierbar, bei den meisten Früchten trotz der längeren Zeitspannen auf dem Lindenhof wesentlich geringer als in Hohenheim. Lediglich der Alexandrinerklee empfing auf dem Lindenhof eine größere Wärmesumme in vier Schnitten als in Hohenheim, wo der trockene Sommer 1964 nur drei Schnitte zuließ. Daß mit Ausnahme des Senfs 1963 alle Früchte auf dem Lindenhof in den Zeitspannen S bis E bzw. S bis Ä zum Teil wesentlich höhere Niederschläge empfingen als in Hohenheim, war zu erwarten. Die höheren Niederschläge bei nicht allzu hohen Temperaturdifferenzen waren wohl entscheidend dafür, daß auf dem Lindenhof bei Kartoffeln, Alexandrinerklee und Senf (1962 und 1964) höhere Erträge erzielt wurden als in Hohenheim. Unter Berücksichtigung der feuchteren und kühleren Witterung auf dem Lindenhof waren die Ertragsdifferenzen bei Hafer und Gerste gering. Lediglich die bei Winterweizen und Futterrüben zeigten die erwartete deutliche Überlegenheit des Standorts Hohenheim; auch hier eine fast völlige Übereinstimmung mit den Ergebnissen 1959 bis 1961. Die in jedem Fall auf dem Lindenhof feststellbare witterungsbedingte Verzögerung von Wachstum und Entwicklung war nicht immer gleichbedeutend mit geringeren Erträgen. Wachstums- und Entwicklungsverzögerungen können also durch eine längere Vegetationszeit ausgeglichen werden, wenn die Temperaturen noch ein nennenswertes Wachstum gestatten. Das dürfte bei allen Sommerfrüchten der Fall sein,

Tabelle 4 Wärme- und Niederschlagssummen von der Saat bis zur Ernte (S—E) und von der Saat bis zum Ahrenschieben (S—Ä) bzw. bis zur Blüte (Bl) bei den einzelnen Früchten in Hohenheim und auf dem Oberen Lindenhof

Früchte	Standorte	Trm. dz/ha		S-E Tage	S-Ä (Bl) Tage	Wärmesummen °C		Niederschlagssummen mm	
		Stroh (Blatt)				S-E	S-Ä (Bl)	S-E	S-Ä
So-Gerste 1962	H	47,6	46,4	122	78	1550	832	201	165
	L	42,0	37,5	141	85	1381	610	443	281
Senf 1962	H		17,7	60	—	740	—	47	—
	L		22,6	58	—	551	—	57	—
Kartoffeln 1962	H		69,9	138	72	2022	873	258	146
	L		120,0	159	keine Bl	1734	—	445	—
W. Weizen 1963	H	81,6	49,8	295	240	1861 ^{x)}	905 ^{x)}	507	336
	L	58,9	36,9	315	257	1617 912 1603 ^{x)}	661 83 761 ^{x)}	800	554
Senf 1963	H		27,9	67	—	743	—	84	—
	L		22,8	67	—	572	—	81	—
Futterrüben 1963	H	44,7	165,1	170	entf.	2528	—	404	—
	L	45,6	126,4	177	entf.	2046	—	632	—
Hafer 1964	H	55,4	52,0	110	61	1762	864	171	134
	L	49,3	48,6	118	66	1542	745	191	162
Senf 1964	H		14,4	55	35	815	580	56	36
	L		25,9	54	48	613	561	120	120
Alex.-Klee 1964 1. bis 3. bzw. 4. Schnitt	H		61,4	113	88	1852	1327	168	152
	L		78,2	178	98	2244	1239	366	182

^{x)} Seit Überschreiten einer Tagesdurchschnittstemperatur von 0 °C.

deren Vegetationszeit sich normalerweise nicht allzuweit in den Herbst hinein erstreckt.

Solche Wachstumsverzögerungen erhöhen die Gefahr des Befalls mit Krankheiten und sind arbeitswirtschaftlich ungünstig, Nachteile, die bei der Beurteilung des Ertragspotentials höherer Lagen schwerer ins Gewicht fallen können als die im Versuch festgestellte Ertragsleistung gut angepaßter Kulturen.

Wenn es die Temperaturen sind, die die mögliche Vegetationsdauer begrenzen, dann müssen besonders Futterrüben, aber auch Spätkartoffeln und Sommerzwischenfrüchte, auf dem Lindenhof schlechter abschneiden als in Hohenheim. Das gilt besonders für Jahre mit naßkalter Herbstwitterung. Die Bedeutung der Temperaturen für das Wachstum auf beiden Standorten zeigt Tabelle 5.

Im Frühjahr überschritt die Tagesdurchschnittstemperatur im Pentadenmittel die 5- bzw. 10 °C-Grenze in Hohenheim stets und zum Teil wesentlich früher als auf dem Lindenhof. Auch das Unterschreiten dieser Grenzen im Herbst erfolgte analog, d. h. sie wurden im allgemeinen auf dem Lindenhof früher unterschritten als in Hohenheim. Jedoch waren die Differenzen im Herbst wesentlich geringer als im Frühjahr.

Ein noch eindeutigeres Bild gibt Tabelle 6 mit der Anzahl der Frost- und Sommertage auf beiden Standorten. Wenn auch die Frosttage nur das Wachstum der überwinterten Kulturen beeinträchtigen können, so deuten sie doch auch den länger anhaltenden Winter und die damit verbundenen Nachteile an, nämlich verkürzte Vegetationszeit, verspätete und zeitlich zusammengedrückte Frühjahrsbestellung. Die geringere Zahl der Sommertage, auch im warmen Sommer 1964, bedeutet ebenfalls Verzögerung der Entwicklung und damit letzten Endes der Ernte. Einfacher ausgedrückt: Die Vegetationszeit ist auf dem Lindenhof kühler und kürzer als in Hohenheim, die Wachstumsdauer der einzelnen Kulturpflanzen aber zum Teil bedeutend länger.

Bodenuntersuchungen

In Tabelle 7 sind für alle Böden die Ergebnisse für die Jahre 1958, 1961 und 1964 zusammengestellt. In der Krume (0 bis 25 cm) ergaben sich im pH-Wert keine signifikanten Veränderungen, lediglich in den Gartenböden, besonders in

Tabelle 5 Erstes (I) und endgültiges (II) Über- bzw. Unterschreiten eines Pentadenmittels von 5 und 10 °C zu Beginn und Ende der Vegetationszeit 1962 bis 1964.

(Die Zeitpunkte sind mit der Nummer der Pentade [z. B. 6.] und des Monats [z. B. IV.] angegeben)

Jahr	Ort	5 °C				10 °C			
		Überschritten		Unterschritten		Überschritten		Unterschritten	
		I	II	I	II	I	II	I	II
1962	H	6. III.	3. IV.	6. X.	3. XI.	4. IV.	2. VI.	4. IX.	3. X.
	L	4. IV.	2. VI.	3. X.	3. XI.	3. VI.	3. VII.	4. IX.	2. X.
1963	H	2. III.	2. IV.	6. X.	6. XI.	2. IV.	5. V.	6. IX.	5. X.
	L	2. IV.	4. IV.	5. X.	5. XI.	2. V.	6. V.	6. IX.	6. IX.
1964	H	6. II.	1. IV.	5. X.	6. XI.	3. IV.	6. IV.	2. X.	2. X.
	L	3. IV.	3. IV.	3. X.	4. XI.	5. IV.	2. V.	4. IX.	4. IX.

Tabelle 6 Anzahl der Frosttage (Tagesminimum unter 0 °C) und der Sommertage (Tagesmaximum über 25 °C) 1962 bis 1964 in Hohenheim und auf dem Oberen Lindenhof

	1962				1963				1964			
	Frosttage		Sommertage		Frosttage		Sommertage		Frosttage		Sommertage	
	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L	H	L
Januar	12	16			30	31			30	31		
Februar	20	23			27	28			15	24		
März	24	26			10	27			15	28		
April	1	13	1		3	12			1	9		
Mai	1	12			5				4	4	1	
Juni		9	7				3	2			9	8
Juli		1	6	4			10	5		2	18	15
August			12	9		1	6	5		1	9	8
September		3	5	5		1	1			4	6	3
Oktober	2	16	1	1	5	17			2	10		
November	16	27			2	9			5	19		
Dezember	24	31			30	31			21	28		
Jahr	100	177	32	19	107	162	20	12	89	160	46	35

Tabelle 7 Bodenuntersuchungen 1958 (I), 1961 (II) und 1964 (III) in Versuchsreihe II

Untersuchte Faktoren	Hohenheimer Boden			Lindenhofener Boden			Gartenboden		
	Hgw	Hh	Lh	Lgw	Ll	Hl	Hg	Lg	
	K r u m e								
pH	I	6,8	6,2	6,3	6,7	6,4	6,3	7,3	7,4
	II	6,7	6,5	6,2	6,6	6,4	6,5	7,2	7,1
	III	6,6	6,2	6,4	6,8	6,2	6,4	7,0	6,9
P ₂ O ₅ ⁺	I	7,5	5,8	5,5	15,8	14,8	14,2	125	115
	II	12,0	8,2	8,8	20,5	20,0	19,0	130	140
	III	11,0	8,0	11,0	24,0	22,0	25,0	144	152
K ₂ O ⁺	I	10,5	10,2	11,2	36,2	43,8	43,8	222	222
	II	13,0	12,0	15,0	45,0	46,0	38,0	108	83
	III	12,0	12,0	12,0	34,0	33,0	31,0	84	62
Mg ⁺	I	9,9	10,3	10,3	3,7	3,9	4,0	23,2	22,6
	II	8,9	10,8	10,5	7,2	8,0	6,5	17,8	16,0
	III	15,2	17,2	17,4	13,4	17,6	16,2	18,1	17,9
N %	I	1,8	1,9	1,8	3,1	3,3	3,3	4,0	3,7
	II	1,8	1,8	2,1	2,9	2,9	2,1	2,4	2,8
	III	1,3	1,2	1,2	2,5	2,8	2,9	2,1	2,6
Humus %	I	1,8	1,9	1,9	5,2	5,1	5,0	4,8	4,7
	II	1,8	1,5	1,7	4,9	5,3	5,0	4,8	5,0
	III	1,9	1,8	1,8	4,9	5,3	5,5	4,9	5,2
	U n t e r g r u n d								
pH	I	6,4	6,1	6,1	-	4,2	4,2	7,3	7,4
	II	5,8	5,8	6,0	4,1	4,4	4,8	7,4	7,3
	III	6,0	6,0	6,5	5,2	5,1	5,1	7,3	7,1
P ₂ O ₅ ⁺	I	3,6	1,6	2,0	-	1,0	0,8	125	110
	II	2,8	2,0	2,5	2,2	2,5	2,8	135	132
	III	2,0	1,0	1,0	7,0	5,0	3,0	107	112
K ₂ O ⁺	I	8,0	9,0	9,0	-	6,0	6,7	225	225
	II	8,0	8,0	8,0	6,0	6,5	6,5	200	179
	III	6,0	7,0	7,0	17,0	10,0	5,0	129	92
Mg ⁺	I	10,3	17,8	18,0	-	2,2	2,5	22,0	22,5
	II	11,7	19,8	14,3	1,3	3,4	2,8	17,5	14,9
	III	13,8	15,7	15,9	5,7	4,3	3,4	18,6	18,6
N %	I	1,2	0,9	1,2	-	1,2	1,3	3,8	3,7
	II	1,0	0,8	1,0	1,2	1,3	1,6	2,9	2,9
	III	0,8	0,7	0,7	1,8	1,9	1,5	2,9	2,4
Humus %	I	0,9	0,6	0,7	-	1,1	1,1	4,7	4,5
	II	0,8	0,7	0,7	1,6	2,0	2,4	5,8	5,6
	III	1,0	1,0	0,9	3,5	3,8	2,8	4,8	5,2

+) mg in 100 g Boden

Lg, fielen die Werte deutlich ab. Die P_2O_5 -Werte nahmen auf allen Böden während der Versuchsdauer mäßig bis stark zu, wobei das Gesamtniveau auf den Böden Linderhofer Herkunft und besonders auf den Gartenböden von vornherein wesentlich höher war als auf den Böden Hgw, Hh und Lh. Dagegen stiegen die K_2O -Zahlen von 1958 bis 1961 in allen Böden an, um bis 1964 wieder abzufallen, auf dem Lindenhof unter das Niveau von 1958. Eine Ausnahme machten hier außer Hh und Hl die Gartenböden, deren K_2O -Gehalte von 222 auf 84 bzw. 62 mg/100 g Boden stetig abfielen. Die Mg-Gehalte stiegen mit der Mg-Düngung stark an; sie fielen lediglich auf den Gartenböden etwas ab, weil wegen hoher Anfangsgehalte weniger Magnesium gedüngt wurde.

Der Gesamtstickstoff nahm mit Ausnahme von Hl auf allen Böden ab, am stärksten auf den Gartenböden. Dagegen blieb der Gehalt an organischer Substanz fast unverändert, er zeigte eher auf Ll, Hl und Lg einen leichten Anstieg.

Im Untergrund (50 bis 80 cm) finden wir ähnliche pH-Werte wie in der Krume mit geringen Veränderungen von 1958 bis 1964. Lediglich in den Böden Lgw, Ll und Hl sind sie wesentlich niedriger als in der Krume. Die Zahlen für alle übrigen Nährstoffe sind ebenfalls niedriger als in der Krume, wiederum mit Ausnahme des Magnesiums in den Böden Hohenheimer Herkunft. Hieran zeigt sich, daß die Anreicherung bei allen Nährstoffen in der Krume sehr bedeutend ist, während der Gehalt des Untergrundes lediglich dann sehr hoch ist, wenn das bodenbildende Material reich an einem Nährstoff ist, der der Auswaschung weniger unterliegt. Der Untergrund der Gartenböden enthält ähnlich hohe Werte wie die Krume, weil ja das Ausgangsmaterial intensiv gemischt wurde und damit praktisch gleicher Zusammensetzung war. Lediglich die P-Werte sind im Untergrund im Gegensatz zur Krume zurückgegangen, die K-Zahlen ebenfalls, aber nicht so stark wie in der Krume.

Wenn auch in den Böden während der Versuchsjahre Veränderungen vor sich gegangen sind, so sind doch die bei Versuchsbeginn vorhandenen charakteristischen Unterschiede erhalten geblieben. (Abb. 2).

Die Humusgehalte haben sich kaum verändert, wenn man von leichten Zu- und Abnahmen in den humosen l- und g-Böden absieht. Die Gehalte der humusärmeren h-Böden blieben sogar sehr konstant. Die N-Gehalte nahmen auf allen Böden etwa in der gleichen Größenordnung ab, so daß die Differenzen zwischen den h-Böden einerseits und den l- und g-Böden andererseits bestehen blieben. Bei den pH-Werten hielten sich leichte Zu- und Abnahmen die Waage; die Zufuhr an Basen hat also genügt, um die recht günstigen Anfangswerte zu erhalten. Das gilt auch für den niederschlagsreicheren Lindenhof, wo sogar die Tendenz einer leichten Zunahme besonders in Versuchsreihe II erkennbar ist.

In beiden Versuchsreihen waren es lediglich die P- und K-Werte der Gartenböden, die sich während der Jahre 1962 bis 1964 stärker veränderten. Die schon 1958 bis 1961 steigende Tendenz der P-Gehalte und die fallende der K-Gehalte hat sich bei beiden Nährstoffen auf beiden Böden 1962 bis 1964 zum Teil noch deutlicher und einheitlicher gezeigt. Die Erklärung hierfür kann nicht, wie bei den allgemein angestiegenen Mg-Werten, in der Düngung gesucht werden, die auf Hg und Lg sogar etwas niedriger gehalten wurde als auf den anderen Böden,

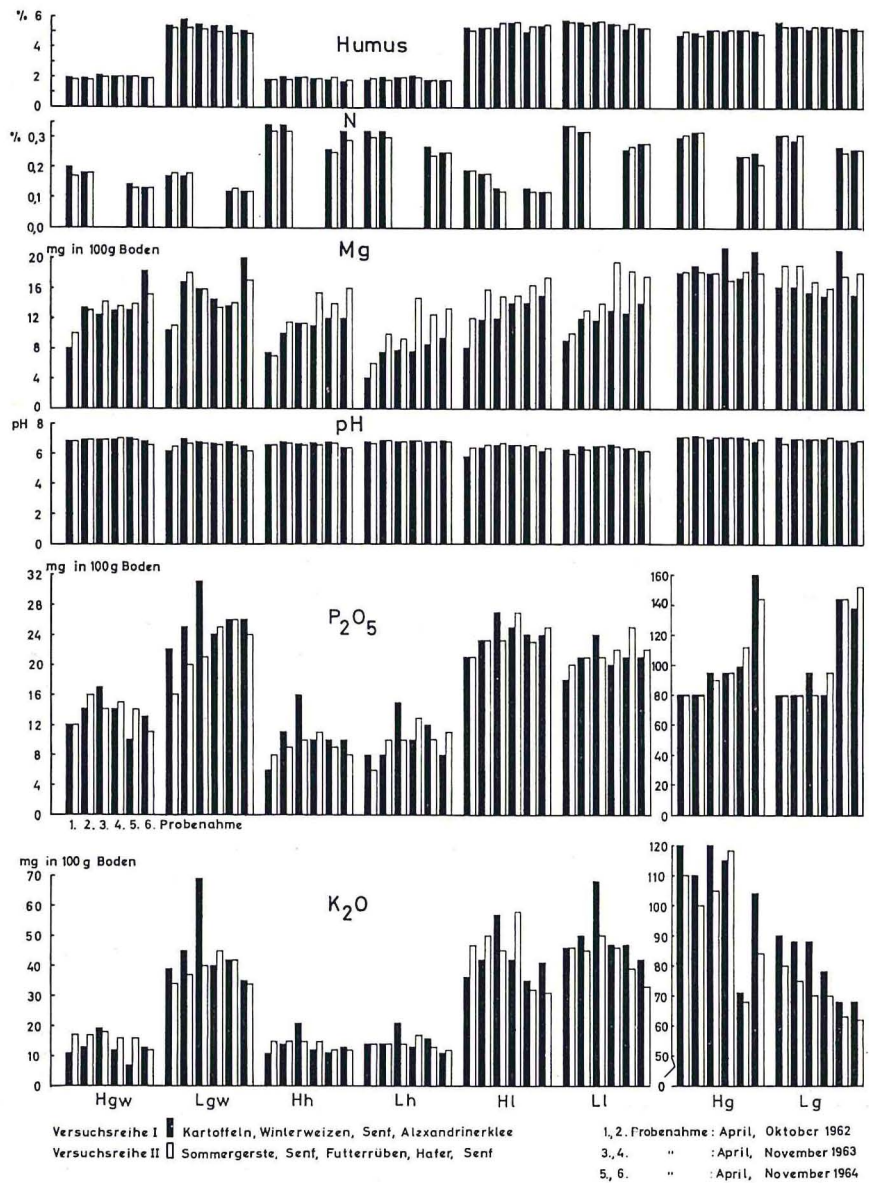


Abb. 2. Die Ergebnisse der Bodenuntersuchungen (Krume) zu Beginn und am Ende der Vegetationsperiode der Versuchsjahre 1962 bis 1964 in Versuchsreihe I und II

jedoch nicht so niedrig, daß dadurch der starke Abfall der K-Werte hätte bewirkt werden können.

Vielmehr muß man bei P annehmen, daß die pflanzenverfügbare Phosphorsäure auf Hg und Lg während der Versuchszeit zugenommen hat, während man

bei Kali zu einem besseren Urteil kommt, wenn man die hohen Entzüge mit berücksichtigt (Tab. 8).

Tabelle 8 Errechner (err.) und durch Untersuchung gefundener (gef.) Nährstoffgehalt der Krume in beiden Versuchsreihen nach Abschluß der Versuche 1964.

Rechengang: mg/100 g Boden bei Versuchsbeginn + mg/100 g Boden in der Düngung (bezogen auf 25 cm Krumentiefe unter Berücksichtigung der Raumgewichte der verschiedenen Böden) abzüglich Entzug 1959 bis 1964 in mg/100 g Boden.

Methodische Fehler: Entzug aus Mittel- und Untergrund kann nicht erfaßt und vom Entzug aus der Krume abgezogen werden. Auswaschung ist nicht meßbar

Versuchsreihe I	mg P_2O_5			mg K_2O			mg Mg		
	err.	gef.	Diff.	err.	gef.	Diff.	err.	gef.	Diff.
Hgw	17	13	- 4	2	13	+11	14	18	+ 4
Hh	13	10	- 3	- 6	13	+19	14	20	+ 6
Lh	14	8	- 6	3	11	+ 8	15	15	± 0
Lgw	25	26	+ 1	15	35	+20	15	9	- 6
Ll	23	21	- 2	14	42	+28	16	14	- 2
Hl	25	24	- 1	10	41	+31	15	12	- 3
Hg	121	160	+39	100	104	+ 4	22	21	- 1
Lg	106	138	+32	107	68	-39	22	15	- 7
Versuchsreihe II									
Hgw	15	11	- 4	- 8	12	+20	14	15	+ 1
Hh	13	8	- 5	- 7	12	+19	14	17	+ 3
Lh	13	11	- 2	-10	12	+22	15	17	+ 2
Lgw	26	24	- 2	- 1	34	+35	20	13	- 7
Ll	24	22	- 2	- 5	33	+38	20	18	- 2
Hl	23	25	+ 2	-13	31	+44	20	16	- 4
Hg	114	144	+30	62	84	+22	22	18	- 4
Lg	107	152	+45	92	62	-30	22	18	- 4

Dann zeigt sich nur noch auf Lg eine stärkere K-Abnahme, die mit Festlegung, Auswaschung oder Entzug aus dem Untergrund erklärt werden könnte. Auf allen anderen Böden müßte eher eine Zunahme des pflanzenverfügbaren Kaliums eingetreten sein. Die der Tabelle 8 zugrunde liegende Berechnung hat allerdings den Nachteil, daß man die Entzüge aus dem Untergrund und die Auswaschung nicht eliminieren kann. Bei P_2O_5 ist das nicht schwerwiegend, weil der Untergrund mit Ausnahme von Hg und Lg sehr P-arm ist und weil Auswaschungen überhaupt nicht eintreten dürften. Deswegen stimmen wohl auch die errechneten und die gefundenen P-Werte recht gut überein, mit Ausnahme von Hg und Lg, wo eine Beteiligung des Untergrundes durchaus angenommen werden kann. Sie würde die positiven Differenzen auf Hg und Lg sicher deutlich verringern.

Bei den K_2O -Zahlen könnten Untergrund und Auswaschung stärker mitwirken. Dann würden die positiven Differenzen geringer, weil die aus dem Untergrund stammenden K-Mengen vom Entzug aus der Krume abgesetzt, den errechneten Werten aber zugeschlagen werden müßten. Andererseits müßten die ausgewaschenen den gefundenen Werten hinzugerechnet werden, wodurch die Differenzen bei den positiven Werten wieder vergrößert würden. Über die Größen-

ordnung, in der sich die Beteiligung von Untergrund und Auswaschung an der K-Bilanz bewegt, besteht keine annähernd genaue Vorstellung. Das gleiche gilt für die K-Mengen, die während der Versuchszeit aus dem Boden pflanzenverfügbar oder gegebenenfalls aus dem Düngerkali festgelegt wurden.

Bei Magnesium zeigen sich recht gute Übereinstimmungen zwischen den errechneten und den gefundenen Werten. Wollte man hier eine Beteiligung des Untergrundes annehmen, würden die größtenteils negativen Differenzen zwischen errechneten und gefundenen Werten noch größer.

Alles in allem ergibt diese Berechnung einen gewissen Einblick in die Größenverhältnisse, keinesfalls aber eine echte Bilanz, wie die wenigen nicht erklärbaren Abweichungen, z. B. auf Lg, zeigen.

Die Erträge in ihrer Abhängigkeit von der Witterung und vom Boden

Die Trockenmasseerträge der einzelnen Früchte und die Ergebnisse der Varianzanalysen sind in Tabelle 9 für 1962 bis 1964 zusammengestellt. Bei den Kartoffeln und beim Alexandrinerklee zeigt sich wie in der ersten Versuchsperiode eine hochsignifikante Überlegenheit des Standorts Lindenhof über Hohenheim. Interessant ist jedoch, daß diese beiden Kulturen auf dem Hohenheimer Boden besser gedeihen als auf dem Lindenhofer. Bei allen übrigen Hauptfrüchten wurde eine mehr oder weniger große Überlegenheit des Standorts Hohenheim festgestellt. Das stimmt auch mit den Ergebnissen der ersten Versuchsperiode überein bis auf die Sommergerste, die damals auf dem Lindenhof etwas höhere Erträge brachte. Hier handelt es sich zweifellos um Einflüsse der Jahreswitterung, die auch auf den Versuchsfeldern bewirkt, daß die Sommergerstenerträge häufiger in Hohenheim, nicht selten aber auch auf dem Lindenhof überlegen sind. Mit hoher Signifikanz bewirkt aber der Lindenhofer Boden bei Sommergerste und Futterrüben höhere Erträge als der Hohenheimer, ein Zeichen dafür, daß das gute Abschneiden der Sommergerste auf dem Lindenhof boden- und witterungsbedingt ist, während die hohen Futterrüben erträge in Hohenheim im Vergleich zu dem Lindenhof in erster Linie witterungs-, ja klimabedingt sind, weil sie in Hohenheim in der Regel höher sein dürften. Winterweizen und Hafer bringen eindeutig in Hohenheim und auf h die höchsten Erträge.

Beim Senf kommt es ganz auf die Herbstwitterung an. Bei trockener und warmer Witterung bis in den Oktober hinein bringt der Lindenhof die höheren Erträge, weil hier die Feuchteverhältnisse (Niederschläge und Verdunstung) bei ausreichenden Temperaturen günstiger sind. Bei feucht-kühler Herbstwitterung ist Hohenheim überlegen, weil dann auf dem Lindenhof die Temperaturen stark abfallen und eine empfindliche Verkürzung der Wachstumszeit bewirken. Dagegen scheint der Hohenheimer Boden dem Senf etwas besser zuzusagen als der Lindenhofer.

In Tabelle 9 wurden nur die Erträge auf den Böden Hh, Hl, Lh und Ll für die Jahre 1962 bis 1964 mit den Ergebnissen der Varianzanalyse zusammengestellt.

Die Abbildungen 3 und 4 enthalten die Erträge aller Böden für alle Versuchsjahre (1959 bis 1964). Sie sind so angeordnet, daß man die Erträge derselben

Tabelle 9 Die Trockenmasseerträge 1962 bis 1964 in dz/ha aus beiden Versuchsreihen mit Grenzdifferenzen für 5 und 1 %.

Die GD ist für Orte und Böden gleich, weil die Zahl der FG gleich ist

Fruchtart	Hh	Hl	Lh	Ll	GD Orte/Böden		H	L	h	l	GD Orte/Böden	
					5 %	1 %					5 %	1 %
Versuchsreihe I												
Kartoffeln Kn.	71,2	46,5	118,0	105,3	7,1	10,3	58,8	111,7	94,6	75,9	5,0	7,3
K.	58,5	49,5	37,6	35,3	3,6	5,1	54,0	36,4	48,1	42,4	2,5	3,6
W. Weizen Str.	88,3	89,1	59,4	59,7	4,2	6,0	88,7	59,5	73,8	74,4	2,9	4,2
Ges.	146,8	138,6	97,0	95,0	4,5	6,5	142,7	95,9	121,9	116,8	3,2	4,6
Senf	26,4	21,1	21,7	21,0	1,4	2,0	23,8	21,4	24,1	21,1	1,0	1,4
Alex. Klee I	22,0	21,5	21,4	22,5	1,4	1,9	21,7	22,0	21,7	22,0	1,0	1,4
I + II	52,3	45,7	53,4	51,4	2,2	3,2	49,0	52,4	52,9	48,5	1,6	2,3
Ges.	63,5	56,9	72,8	70,4	4,2	6,0	60,2	71,6	68,2	63,7	3,0	4,2
Versuchsreihe II												
K.	46,4	52,5	37,1	48,6	3,1	4,4	49,4	42,9	41,8	50,6	2,2	3,1
So. Gerste Str.	43,8	47,9	35,1	46,0	2,2	3,2	45,9	40,5	39,4	46,9	1,6	2,2
Ges.	90,2	100,4	72,2	94,6	4,8	7,0	95,3	83,4	81,2	97,5	3,4	4,9
Senf	18,3	15,2	23,4	22,6	1,6	2,3	16,7	23,0	20,8	18,9	1,2	1,6
R.	152,3	172,0	117,0	127,4	13,5	19,4	162,1	122,2	134,6	149,7	9,6	13,7
F. Rüben Bl.	29,9	44,3	37,9	46,6	7,1	10,2	37,1	42,3	33,9	45,5	5,0	7,2
Ges.	182,2	216,3	154,9	174,0	17,2	24,7	199,2	164,5	168,5	195,2	12,1	17,4
K.	49,6	53,9	49,9	36,9	4,0	5,8	51,7	43,4	49,7	45,4	2,9	4,1
Hafer Str.	57,0	51,6	51,3	35,9	4,3	6,2	52,3	43,6	52,1	43,8	3,1	4,4
Ges.	102,6	105,5	101,2	72,8	8,1	11,6	104,0	87,0	101,8	89,2	5,7	8,2
Senf	13,7	13,9	25,2	24,8	1,6	2,3	13,8	25,0	19,4	19,4	1,1	1,6

Frucht in den beiden verschiedenen Anbaujahren jeweils auf allen Böden beider Standorte miteinander verglichen kann. Die Versuchsreihen I und II wurden nebeneinander gestellt; aus Gründen der besseren Darstellung wurden aber die Getreidearten mit dem nachfolgenden Senf (Abb. 3) von den Hackfrüchten und dem Alexandrinerklee (Abb. 4) getrennt.

Die gewachsenen Böden liegen mit ihren Erträgen bei Sommergerste und Winterweizen auf beiden Standorten deutlich schlechter als die geschütteten (Ausnahme Weizen 1960, Hgw: Hh und Hl), beim Hafer sind die Unterschiede geringer. Hier kommen wahrscheinlich die charakteristisch verschiedenen Ansprüche der Getreidearten an die Bodenstruktur zum Ausdruck. Beim Senf sind die Unterschiede zwischen „gewachsen“ und „aufgeschüttet“ oft nur zufälliger Natur.

Auf dem Gartenboden wurden besonders in den ersten drei Jahren die Korn-erträge durch frühzeitiges Lager stark beeinträchtigt. Da dieses 1959, 1960 und 1961 in Hohenheim früher und stärker war als auf dem Lindenhof, waren die Korn-erträge auf Hg häufig niedriger als auf Lg. Beim Senf wurden dagegen auf den Gartenböden stets die höchsten Erträge erzielt. Sie waren jedoch um so mehr überlegen, je günstiger die Herbstwitterung für die Entwicklung der Zwischenfrucht war. Auch der Verbrauch des Bodenstickstoffs mit fortschreitender Versuchs-dauer ist in den Senferträgen angedeutet.

Vergleicht man die mittleren Erträge beider Standorte, dann zeigen sich ganz ähnliche Verhältnisse wie in Tabelle 9 für die geschütteten Böden: geringere Unterschiede bei Hafer und Gerste, deutliche Unterlegenheit von L beim Winter-

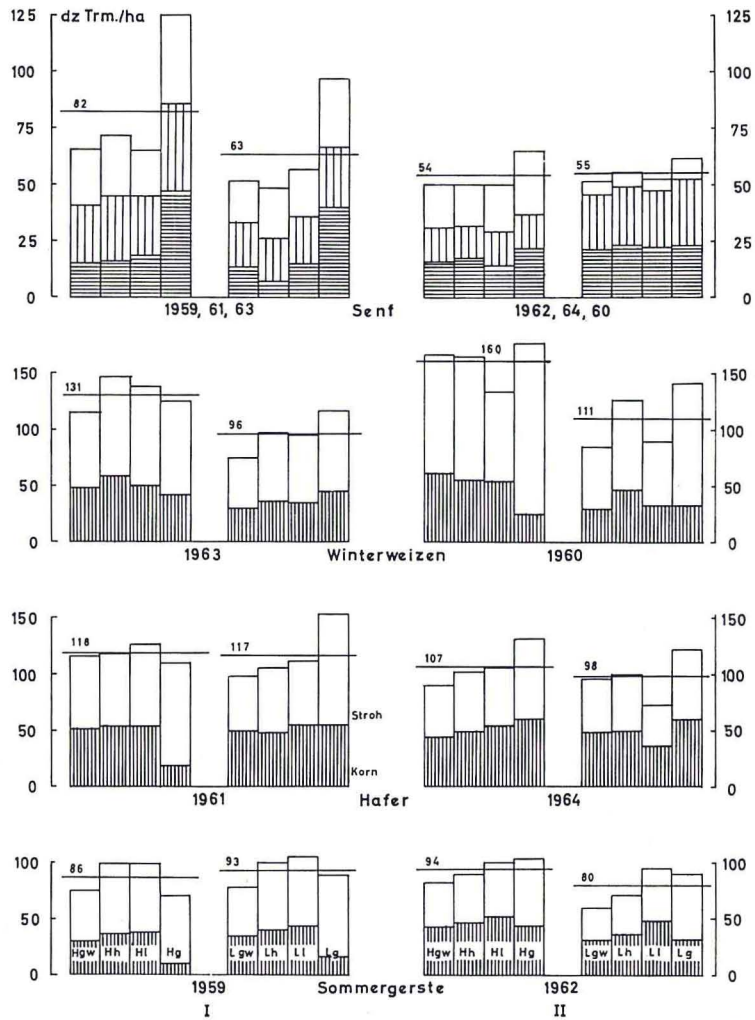


Abb. 3. Die Erträge von Getreide und Senf in dz Trm./ha von 1959 bis 1964 auf allen Böden in Versuchsreihe I und II. — Die Senferträge sind jeweils in einer Säule in der angegebenen Jahresfolge von unten nach oben angeordnet. — Die Jahresfolge in Versuchsreihe II wurde geändert, um die Ergebnisse derselben Getreideart nebeneinander vergleichen zu können

weizen, Abhängigkeit der Senferträge von der Jahresherbstwitterung mit leichter Überlegenheit von H im Mittel der sechs Versuchsjahre und drei Vorfrüchte.

Bei Futterrüben, Kartoffeln und Alexandrinerklee (Abb. 4) sagen die gewachsenen Böden den Kartoffeln weniger zu als die geschütteten, andeutungsweise auch dem Alexandrinerklee. Am besten gedeihen die Futterrüben (vergleichsweise) auf den gewachsenen Böden. Die Gartenböden erzeugen bei allen Früchten die höchsten Erträge. Am wenigsten überragen sie die übrigen beim Alexandrinerklee. Bei den Hackfrüchten, Alexandrinerklee und Senf lagen die Erträge auf Lg nicht nur über allen Lindenhofer, sondern mit Ausnahme von

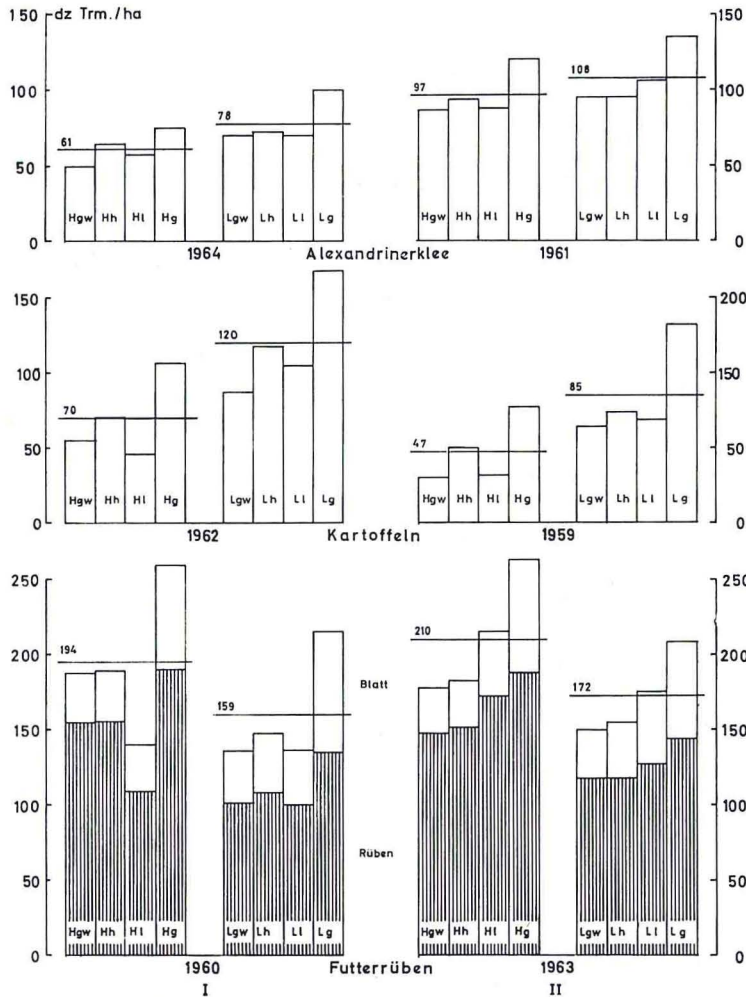


Abb. 4. Die Erträge von Futterrüben, Kartoffeln und Alexandrinerklee in dz Trm./ha von 1959 bis 1964 in Versuchsreihe I und II

Hg auch über allen Hohenheimer Erträgen. Bei Getreide kam diese Überlegenheit nur wegen des vorzeitig eingetretenen Lagers nicht zustande. Diese überlegenen Erträge von Lg beweisen eindeutig, daß die Ungunst eines Standortes durch sehr gute Strukturverhältnisse und eine reichliche, stetige Nährstoffversorgung überkompensiert werden kann.

Die mittleren Standortserträge liegen in beiden Versuchsabschnitten eindeutig und mit ähnlichem Abstand in einer Richtung.

In den Tabellen 10 und 11 sind die Erträge der gewachsenen und der umgelagerten Böden, getrennt für beide Standorte, in ihrer Rangordnung und mit den Ergebnissen der Varianzanalyse angeführt. Die Getreidearten gedeihen am besten auf den umgelagerten Böden. Die Ertragsunterschiede zwischen diesen

weisen eine höhere Signifikanz auf, als man nach der Summe der Rangnummern vermuten könnte. Der Senf bevorzugt offenbar den Hohenheimer Boden. Dieser bringt auf beiden Standorten die höchsten Erträge, wenn auch die Differenzen auf dem Lindenhof selten signifikant sind.

Tabelle 10 Rangordnung der Trockenmasseerträge von Getreide und Senf aus allen Versuchsjahren.

Ergebnisse der Varianzanalyse zum Vergleich der gewachsenen mit den aufgeschütteten Böden; Verrechnung für jeden Standort gesondert

	Hgw	Hh	Hl	Lgw	Ll	Lh
W. Weizen 1960 Korn	I	II	III	III	II	I
Korn und Stroh	I	II	III	III	II	I
W. Weizen 1963 Korn	III	I	II	III	II	I
Korn und Stroh	III	I	II	III	II	I
Hafer 1961 Korn	III	II	I	II	I	III
Korn und Stroh	III	II	I	III	I	II
Hafer 1964 Korn	III	II	I	II	III	I
Korn und Stroh	III	II	I	II	III	I
So. Gerste 1959 Korn	III	II	I	III	I	II
Korn und Stroh	III	II	I	III	I	II
So. Gerste 1962 Korn	III	II	I	III	I	II
Korn und Stroh	III	II	I	III	I	II
Summe der Rangnummern	32	22	18	33	20	19
Rangordnung Getreide	III	II	I	III	II	I
Senf 1960	II	III	I	II	III	I
1961	II	I	III	II	I	III
1962	II	I	III	III	II	I
1963	II	I	III	III	II	I
1964	I	III	II	III	II	I
Summe der Rangnummern	9	9	12	13	10	7
Rangordnung Senf	II	I	III	III	II	I

Bei den Hackfrüchten und Alexandrinerklee (Tab. 11) lautet die Rangfolge Hh, Hl, Hgw. bzw. Lh, Ll, Lgw. Sie stimmt mit der Rangfolge aller Früchte überein.

Die Ertragssummenkurven geben einen Überblick über den Verlauf der Ertragsdifferenzierung auf den verschiedenen Böden und Standorten. Abbildung 5 enthält die Ertragssummen von Versuchsreihe I. Gegenüber der ersten Versuchsperiode hat sich in der zweiten nichts Wesentliches geändert. Die Erträge auf Lg und Hg übertreffen alle übrigen erheblich, die Erträge von H liegen über denen von L und die der geschütteten über denen der vergleichbaren gewachsenen Böden. Infolge höherer Leistungen bei Kartoffeln und Alexandrinerklee steht Lg vor Hg an der Spitze.

Ähnliches gilt auch für Versuchsreihe II (Abb. 6). Wenn Lg hier auch infolge geringerer Gersten-, Futterrüben- und Hafererträge etwas hinter Hg rangiert,

Tabelle 11 Rangordnung der Trockenmasseerträge von Alexandrinerklee, Kartoffeln und Rüben aus allen Versuchsjahren

Ergebnisse der Varianzanalyse zum Vergleich der gewachsenen mit den geschütteten Böden; Verrechnung für jeden Standort gesondert

==== Differenz signifikant bei P = 1 %
 P = 5 %

	Hgw	Hh	Hl	Lgw	Ll	Lh
Alexandrinerklee 1961	III=====I=====II			II-----I-----III		
Alexandrinerklee 1964	III=====I=====II			III	II	I
Kartoffeln 1959	III=====I=====II			III	II	I
Kartoffeln 1962	II=====I=====III			III-----II-----I		
Rüben 1960	II	I=====III		II	III	I
Rüben und Blatt	II	I=====III		III	II	I
Rüben 1963	III-----II=====I			II	I	III
Rüben und Blatt	III	II=====I		III-----I		II
Summe der Rangnummern	21	10	17	21	14	13
Rangordnung Klee und Hackfrüchte	III	I	II	III	II	I
Summe } für alle	62	41	47	67	44	39
Rangordnung } Früchte	III	I	II	III	II	I

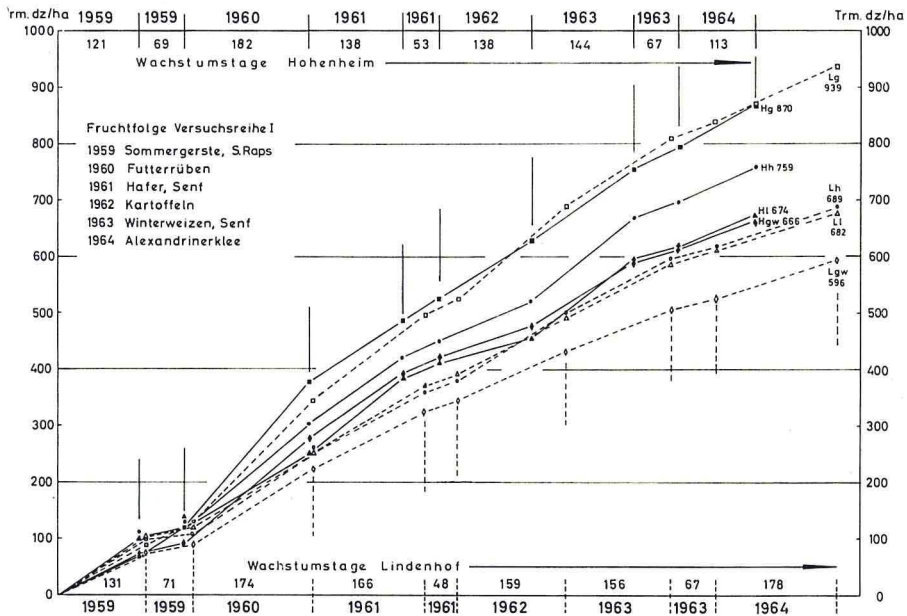


Abb. 5. Ertragssummenkurven, einschließlich Stroh und Rübenblatt, 1959 bis 1964 in der Versuchsreihe I. Die Abszisse wurde nach den Wachstumstagen der einzelnen Früchte von der Saat bis zur Ernte getrennt für beide Standorte eingeteilt

so übertrifft Lg doch alle anderen Hohenheimer Böden ganz beträchtlich. Sonst gibt es in der Reihenfolge der Standorte, ja sogar der einzelnen Böden zwischen beiden Versuchsreihen keine Abweichung. Lediglich die Position von Lh und Ll ist im Vergleich zu Hl und Hgw in Versuchsreihe I günstiger als in II.

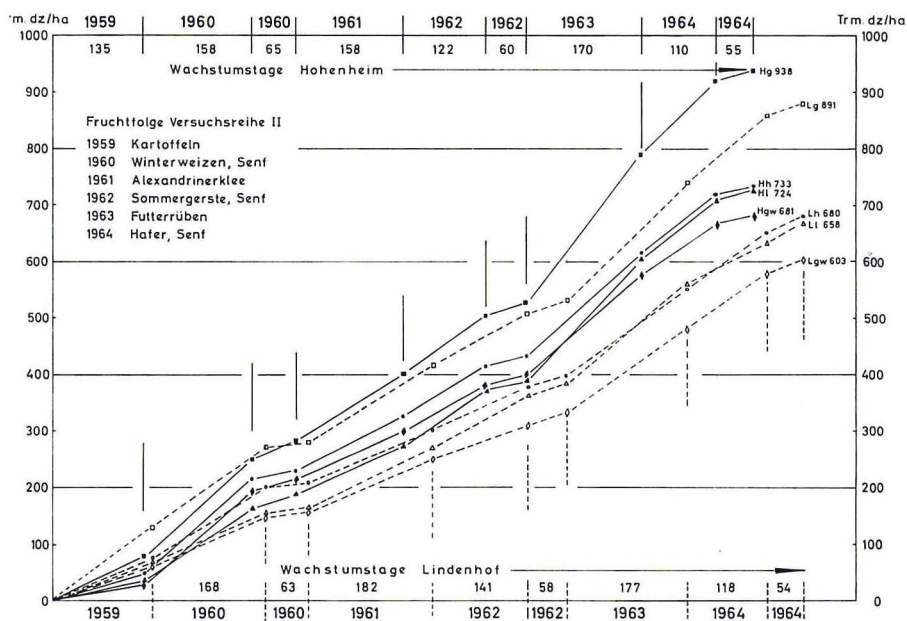


Abb. 6. Ertragssummenkurven, einschließlich Stroh und Rübenblatt, 1959 bis 1964 in Versuchsreihe II

Sehr einheitlich ist auch die größere Zahl der Wachstumstage auf dem Lindenhof. Sie wäre noch größer geworden, wenn nicht bei verschiedenen Kulturen die Ernte aus Witterungsgründen hätte vorverlegt werden müssen, weil die Temperaturen kein weiteres Wachstum mehr erwarten ließen.

Es schien von Interesse zu untersuchen, welche Unterschiede sich in den Erträgen ergeben, wenn man die gleiche Fruchtekombination in gleicher Folge, aber in verschiedenen Jahren anbaut. Je geringer die Unterschiede sind, so darf man annehmen, desto größer sind die Allgemeingültigkeit und die Signifikanz der Ergebnisse für die beiden Standorte. Einzelheiten enthält die Tabelle 12. Jede der beiden Versuchsreihen bestand aus den Teilreihen a und b, nur in umgekehrter Folge.

a enthielt die Früchte Gerste, Senf—Futterrüben—Hafer, Senf. b die Früchte Kartoffeln—Winterweizen, Senf—Alexandrinerklee. a_1 und b_1 wurden 1959 bis 1961, a_2 und b_2 1962 bis 1964 angebaut.

Versuchsreihe I enthielt also von 1959 bis 1964 a_1 b_2 , Versuchsreihe II dagegen b_1 a_2 .

Teilreihe a brachte durchweg 1959 bis 1961 etwas höhere Erträge. Die Ausnahme auf Hl erklärt sich durch den starken Minderertrag bei Futterrüben 1960

durch Mg-Mangel und Herz- und Trockenfäule, auf Hg durch die geringeren Getreideerträge infolge frühzeitigen Lagers, das durch das sehr hohe Stickstoffangebot dieses Bodens im ersten Versuchszeitraum verursacht wurde. Der geringe Minderertrag von a_1 auf Lgw erklärt sich wahrscheinlich daraus, daß der gewachsene Boden durch die sorgfältige versuchsmäßige Bearbeitung in den ersten Jahren strukturell verbessert wurde und dann im zweiten Versuchszeitraum höhere Erträge brachte.

Tabelle 12 Die Trockenmasseerträge in den Versuchsreihen I und II bzw. in den Teilreihen a und b in den Zeiträumen 1959 bis 1961 bzw. 1962 bis 1964

Reihe Zeitraum	Hgw	Hh	Hl	Hg	Ø H	Lgw	Lh	Ll	Lg	Ø L
a_1 1959-61	419,9	451,2	410,5	525,3	451,7	344,5	379,1	390,4	523,8	409,4
a_2 1962-64	380,4	406,8	451,2	534,3	443,2	352,1	377,0	388,8	473,6	397,8
$a_2 : a_1$	-	-	+	+	-	+	-	-	-	-
a 1959-64	800,3	858,0	861,7	1059,6	894,9	696,6	756,1	779,2	997,4	807,2
b_1 1959-61	301,0	326,1	273,0	403,7	326,0	251,3	302,9	269,0	417,3	310,0
b_2 1962-64	246,4	307,9	263,1	344,8	290,6	251,3	309,5	291,7	415,0	316,8
$b_2 : b_1$	-	-	-	-	-	+ -	+	+	-	+
b 1959-64	547,4	634,0	536,1	748,5	616,6	502,6	612,4	560,7	832,3	626,8
Versuchsreihe I										
$a_1 b_2$ 1959-64	666,3	759,1	673,6	870,1	742,3	595,8	688,6	682,1	938,8	726,2
Versuchsreihe II										
$b_1 a_2$ 1959-64	681,4	732,9	724,2	938,0	769,1	603,4	679,9	657,8	890,9	707,8
II : I	+	-	+	+	+	+	-	-	-	-

Teilreihe b war in Hohenheim auf allen Böden ebenfalls im ersten Zeitraum überlegen. Auf dem Lindenhof war sie dagegen mit Ausnahme von Lg im zweiten Zeitraum überlegen, jedoch nur so schwach, daß eine Signifikanz höchstens auf Ll gegeben sein dürfte.

Daß die Kombination a der Kombination b, über beide Zeiträume summiert, eindeutig überlegen ist, liegt an den Früchten selbst, insbesondere an den hohen Futterrüben erträgen in a.

Interessant, aber im einzelnen nicht zu erklären, ist schließlich die Tatsache, daß Versuchsreihe I ($a_1 b_2$) der Reihe II ($b_1 a_2$) in Hohenheim unter-, auf dem Lindenhof aber überlegen ist. Die Unterschiede sind jedoch im Hinblick auf die Gesamterträge, besonders auf dem Lindenhof, nicht sehr groß.

Aufgrund dieser Zusammenstellung läßt sich in Verbindung mit den vorher besprochenen Teilergebnissen bei aller gebotenen Vorsicht folgern, daß die in den sechs Versuchsjahren gefundenen Erträge und Ertragsdifferenzen bei den einzelnen Früchten im großen und ganzen auch in Zukunft auftreten werden. Sie entsprechen bei den gebräuchlichen Kulturpflanzen weitgehend den Erfahrungen der Praxis.

Durch Errechnung der *Varianzkomponenten* (Tab. 13) kann der Anteil der Wirkungskomplexe Boden und Anbauort unter Berücksichtigung des Versuchsfehlers und der Wechselwirkungen etwas genauer abgegrenzt werden. Dabei ist zu berücksichtigen, daß im Wirkungskomplex Anbauort neben der Witterung stets auch zufällige oder indirekte Wirkungen, z. B. nicht erkannter Schädlingsbefall oder nur auf einem Standort eingetretene Strukturstörungen, mitenthalten sein können. Die gleichen Wirkungen können aber auch nicht kontrollierbare Unterschiede von Boden zu Boden hervorrufen.

Tabelle 13 Ergebnis der Varianzanalyse und der Errechnung der Varianzkomponenten für den Gesamtertrag (Trockenmasse)

Früchte	Streuungsursachen	FG	SQ	MQ	F-Test	Anteil der Streuungsursachen	
						ab- x) solut	%
So-Gerste 1962	Anbauorte	1		571,8	++	53,3	25,2
	Böden	1		1061,6	++	114,5	54,2
	Orte/Böden	1		145,6	++	34,1	16,2
	Fehler	9		9,2		9,2	4,4
Senf 1962	Anbauorte	1		157,7	++	19,1	85,6
	Böden	1		14,9	++	1,3	5,6
	Orte/Böden	1		4,8		1,0	4,3
	Fehler	9		1,0		1,0	4,5
Kartoffeln 1962	Anbauorte	1		11166,7	++	1378,0	86,9
	Böden	1		1394,8	++	156,6	9,9
	Orte/Böden	1		142,4	+	30,6	1,9
	Fehler	9		20,0		20,0	1,3
Winterweizen 1963	Anbauorte	1		8733,8	++	1086,9	97,8
	Böden	1		106,5	++	8,5	0,8
	Orte/Böden	1		38,4		7,6	0,7
	Fehler	9		8,0		8,0	0,7
Senf 1963	Anbauorte	1		23,5	++	0,3	4,2
	Böden	1		36,4	++	2,0	24,1
	Orte/Böden	1		20,8	++	5,0	61,8
	Fehler	9		0,8		0,8	9,9
Futterrüben 1963	Anbauorte	1		4816,4	++	573,8	55,0
	Böden	1		2836,6	++	326,3	31,3
	Orte/Böden	1		226,0		27,7	2,7
	Fehler	9		115,2		115,2	11,0
Hafer 1964	Anbauorte	1		1155,2	++	21,8	7,6
	Böden	1		646,8	++	0	0
	Orte/Böden	1		980,8	++	238,8	83,5
	Fehler	9		25,5		25,5	8,9
Senf 1964	Anbauorte	1		498,4	++	61,6	96,7
	Böden	1		0,0		0	0
	Orte/Böden	1		5,4	+	1,1	1,7
	Fehler	9		1,0		1,0	1,6
Alexandri- nerklee 1964	Anbauorte	1		518,9	++	62,7	78,4
	Böden	1		81,1	++	8,0	10,0
	Orte/Böden	1		16,9		2,5	3,1
	Fehler	9		6,8		6,8	8,5

x) Die Werte dieser Spalte wurden nach der Errechnung der %-Anteile auf eine Stelle nach dem Komma aufgerundet.

Die Schätzwerte für die Varianzkomponenten wurden nach RUND FELD (4) errechnet. Erfreulich ist bei allen Früchten im Gegensatz zur ersten Versuchsperiode (1958 bis 1961), daß die Fehler sehr gering waren. Erwartungsgemäß trat bei den meisten Früchten der Anbauort eindeutig am stärksten als Streuungsursache auf. Die Ursachen hierfür wurden früher besprochen. Lediglich Sommergerste 1962, Senf 1963 und Hafer 1964 machen eine Ausnahme. Bei der Sommergerste brachte der Lindenhofer Boden an beiden Anbauorten höhere Erträge als

der Hohenheimer, so daß der Boden den Hauptanteil der Streuung bewirkte. Diese Tatsache wird durch die Ertragsanalyse bestätigt (Tab. 14): in der Keimdichte, in der Zahl der ährentragenden Halme, im Ährengewicht und in der Kornzahl je Ähre war die Gerste auf den l-Böden der auf den h-Böden überlegen. Lediglich im TKG lag die Gerste der h-Böden etwas höher, was sich natürlich auch in der Siebsortierung in einem größeren Anteil in der 2,8-mm-Korngruppe zeigte. Leider ist es nicht möglich, die wirklichen Ursachen für das bessere Gedeihen der Sommergerste auf dem Lindenhofer Boden an Hand der vorliegenden Untersuchungen zu klären. Die Messungen der Bodenfeuchte, der Bodendichte und der Bodentemperatur geben lediglich zu der Vermutung Anlaß, daß die gegen Strukturstörungen empfindliche Sommergerste den humosen Lindenhofer Boden dem eher zu Verdichtung und Verschlammung neigenden Hohenheimer Boden vorzieht.

Tabelle 14 Ertragsanalyse und Siebsortierung bei Sommergerste 1962

Boden	Korn- Ertrag g/m ²	Keim- dich- te m ²	Ertragsanalyse				Siebsortierung				
			Bestan- des- dich- te je m ²	Ähren- ge- wicht g	Korn- zahl je Ähre	TKG g	2,8mm g	2,5mm g	2,2mm g	< 2,2mm g	
Hgw	504,6	472	575	0,878	19,6	44,8	70,7	24,1	4,1	1,1	
Hh	539,1	465	608	0,887	19,7	45,1	71,6	23,7	3,6	1,1	
Hl	610,9	484	662	0,923	21,1	43,7	62,8	26,6	8,7	1,9	
Hg	503,6	448	748	0,673	19,6	34,4	27,2	29,5	19,9	23,4	
Lgw	371,9	457	475	0,783	18,6	42,2	69,4	22,9	5,9	1,8	
Lh	431,8	469	531	0,813	17,8	45,6	83,3	13,8	2,1	0,8	
Ll	564,9	479	658	0,858	20,0	42,8	72,6	21,4	4,6	1,4	
Lg	373,8	448	875	0,427	15,0	28,5	26,7	20,4	19,2	33,7	

Wenn beim Senf 1963 die Wechselwirkung Orte/Böden den Hauptanteil der Streuungsursachen innehat, dann ist zu berücksichtigen, daß die absoluten Unterschiede zwischen den Anbauorten und den Böden sehr gering sind. So bewirkt ein etwas größerer absoluter Anteil der Wechselwirkung Orte/Böden bereits einen Prozentanteil von 61,8. Man kann daraus nur schließen, daß der Senf in diesem Jahr in Hohenheim auf h wesentlich besser gedieh als auf l, auf dem Lindenhof dagegen nur wenig besser. Daß beim Senf in einem Jahr in Hohenheim, in einem anderen auf dem Lindenhof höhere, manchmal auch gleich hohe Erträge erzielt werden, hängt ganz von der Herbstwitterung ab, wie weiter oben erläutert wurde.

Die Wechselwirkung Orte/Böden verursachte 1964 beim Hafer mit 83,5 % den Hauptanteil an der Streuung. Während Hl Hh deutlich übertraf, lag der Ertrag auf Ll weit unter Lh. Dieser Unterschied muß nach dem Aufgang während der Vegetationszeit entstanden sein; denn in der Keimdichte zeigten sich noch keine großen Unterschiede (Tab. 15). Dagegen ergab die Ertragsanalyse bei allen Komponenten für Ll die geringsten Werte. Auch das Korn-Stroh-Verhältnis war ziemlich gleich, so daß es ebenfalls nicht als Erklärung für die Mindererträge

auf Ll herangezogen werden kann. Der Hafer auf Ll zeigte jedoch im Vergleich zu den übrigen Böden auf dem Lindenhof in der Wuchshöhe und in der Vitalität deutliche Rückstände, die nur im Boden begründet sein können. Die Bodenuntersuchungen ergaben jedoch keine Anhaltspunkte.

Tabelle 15 Ertragsanalyse und Siebsortierung bei Hafer 1964

Boden	Ertrag g/m ²	Keim- dich- te/ m ²	Ertragsanalyse				Siebsortierung			
			Bestan- desdich- te/ je m ²	Rispen- gew. g	Korn- zahl je Rispe	TKG g	2,5mm g	2,2mm g	1,8mm g	<1,8mm g
Hgw	510,6	378	378	1,351	50,0	27,0	1,3	35,0	59,6	4,1
Hh	576,2	376	394	1,462	55,4	26,4	1,3	32,9	61,4	4,4
Hl	626,4	387	392	1,598	60,5	26,4	2,2	30,4	61,4	6,0
Hg	704,4	371	480	1,468	64,1	22,9	3,2	12,8	72,8	11,2
Lgw	556,7	385	386	1,444	52,3	27,6	2,5	58,0	37,3	2,2
Lh	580,2	404	405	1,432	50,1	28,6	2,5	70,1	26,1	1,3
Ll	428,7	387	356	1,206	46,4	26,0	1,7	31,6	60,3	6,4
Lg	696,6	390	421	1,655	66,2	25,0	2,4	29,2	64,4	4,0

Eine besondere Stellung nimmt der Winterweizen ein. Er ist auf dem Lindenhof aus verschiedenen Gründen nicht konkurrenzfähig. Der Aufgang ist trotz frühestmöglicher Bestellung meist so stark verzögert, daß er erst im Frühjahr erfolgt. Diese Verzögerung bewirkt im Zusammenhang mit harten Wintern sicher eine Herabsetzung der Keimdichte. Am stärksten dürfte aber die Bestandesdichte beeinträchtigt werden durch die großen Temperaturunterschiede zwischen Tag und Nacht im Frühjahr. Sie bewirken besonders zusammen mit dem humosen Boden ein starkes Hochfrieren des Bodens und damit ein Abreißen der noch sehr schwach ausgebildeten Wurzeln. Rechtzeitiges Walzen ist wegen der nur langsam absinkenden Bodenfeuchte meistens nicht möglich. Die Wirksamkeit dieser Faktoren konnte durch Beobachtungen, Zählen der Keim- und der Bestandesdichte und durch Ertragsanalysen nachgewiesen werden.

Daß die Bestandesdichte nicht der einzige Grund für die Mindererträge auf dem Lindenhof ist, geht aus Tabelle 16 hervor. Das Ährgewicht ist auf allen

Tabelle 16 Ertragsanalyse und Siebsortierung bei Winterweizen 1963

Boden	Ertrag g/m ²	Ertragsanalyse				Siebsortierung			
		Bestandes- dichte/ je m ²	Ähren- gew. g	Korn- zahl je Ähre	TKG g	2,8mm g	2,5mm g	2,2mm g	<2,2mm g
Hgw	563,3	394	1,430	27,8	51,4	84,2	5,3	3,6	6,9
Hh	680,7	500	1,361	28,0	48,6	79,3	7,8	4,8	8,1
Hl	575,8	468	1,230	30,4	40,4	54,7	22,7	13,4	9,2
Hg	493,9	488	1,012	24,7	41,0	60,7	19,2	12,4	7,7
Lgw	349,5	319	1,096	25,4	43,2	79,8	8,0	4,1	8,1
Lh	437,5	372	1,176	24,4	48,2	81,9	6,5	3,6	8,0
Ll	410,1	398	1,030	25,1	41,0	67,3	16,3	8,3	8,1
Lg	518,2	524	0,989	25,0	39,7	54,6	27,4	12,6	5,4

Böden in Hohenheim größer als auf dem Lindenhof, die Kornzahl je Ähre ebenfalls bis auf den Gartenboden, das TKG nur auf dem gewachsenen Boden. Auf den Gartenböden sind die Unterschiede zwischen den Ertragskomponenten gering, ein weiteres Zeichen dafür, daß optimale Struktur- und Nährstoffbedingungen ungünstige Witterungsbedingungen auszugleichen vermögen.

Nährstoffentzug

Der Nährstoffentzug für die Jahre 1959 bis 1964 und beide Versuchsreihen ist in Tabelle 17 aufgeführt. Sie soll einen Überblick über die Größenverhältnisse vermitteln.

Trotz der Vielzahl von Werten ist Tabelle 17 sehr einfach zu interpretieren. Auf den Gartenböden wurden ohne Berücksichtigung des Standorts bei allen Nährstoffen die höchsten Entzüge festgestellt. Die Entzüge auf den umgelagerten lagen mit wenigen Ausnahmen über denen auf den vergleichbaren gewachsenen Böden. Die Ausnahmen kamen bei K_2O (a_2 und VR II Hgw—Hh; b_1 Lgw—Ll) und bei MgO (a_1 Hgw—Hh; a_1 Lgw—Ll) vor, wo die Entzüge auf gleicher Höhe oder auf den gewachsenen Böden ein wenig höher waren.

Tabelle 17 Nährstoffentzug 1959 bis 1964 in beiden Versuchsreihen

Nährstoff	Teilreihe Vers. reihe	Hgw	Hh	Hl	Hg	Lgw	Lh	Ll	Lg	Σ H	Σ L
N	a ₁	454	490	613	1152	456	428	493	1030	2708	2408
	b ₂	415	505	551	755	472	476	533	824	2226	2306
	VR I	869	995	1164	1907	928	904	1026	1854	4934	4714
N	b ₁	561	588	627	978	498	634	567	965	2754	2664
	a ₂	435	461	603	1148	465	466	532	948	2647	2412
	VR II	996	1049	1230	2126	963	1100	1099	1913	5401	5076
P ₂ O ₅	a ₁	185	223	226	413	242	208	246	467	1048	1162
	b ₂	122	139	129	207	137	135	163	298	597	733
	VR I	307	362	355	620	379	343	409	765	1645	1895
P ₂ O ₅	b ₁	167	175	155	335	155	162	164	346	831	828
	a ₂	204	206	232	469	207	204	220	387	1109	1018
	VR II	371	381	387	804	362	366	384	733	1940	1846
K ₂ O	a ₁	1010	1154	1366	3062	1046	897	1120	2780	6592	5843
	b ₂	456	555	634	1342	661	564	800	1445	2988	3470
	VR I	1466	1709	2000	4404	1707	1461	1920	4225	9580	9313
K ₂ O	b ₁	582	605	884	2591	915	639	901	2173	4661	4628
	a ₂	1195	1159	1658	2875	1177	1226	1459	2461	6887	6322
	VR II	1777	1764	2542	5466	2092	1865	2360	4634	11548	10950
CaO	a ₁	308	323	340	461	248	244	281	428	1431	1202
	b ₂	304	368	328	369	336	385	352	431	1370	1503
	VR I	612	691	668	830	584	629	633	859	2801	2705
CaO	b ₁	310	329	332	413	244	284	264	328	1385	1121
	a ₂	410	442	467	538	398	410	460	539	1857	1807
	VR II	720	771	799	951	642	694	724	867	3242	2928
MgO	a ₁	91	91	86	216	64	76	63	172	484	375
	b ₂	68	83	67	95	55	73	67	115	313	309
	VR I	159	174	153	311	119	149	130	287	797	684
MgO	b ₁	62	67	54	94	44	60	50	87	277	241
	a ₂	104	113	120	209	81	98	104	182	546	465
	VR II	166	180	174	303	125	158	154	269	823	706

Anmerkung: Die Tabellen mit dem Nährstoffentzug aller Früchte können im Bedarfsfall vom Verfasser angefordert werden.

Die geringfügigen Differenzen zwischen den tatsächlichen und den angegebenen Standortsummen sind durch das Auf- bzw. Abrunden der Einzelwerte entstanden.

Vergleicht man die umgelagerten Böden (Hh mit Hl und Lh mit Ll), dann stellt man bei Kali auf beiden Standorten, bei N in Hohenheim und bei P auf dem Lindenhof eindeutig höhere Entzüge auf den nährstoffreicheren l-Böden fest. Bei N in Versuchsreihe II auf dem Lindenhof, bei P in Hohenheim und bei CaO und MgO auf beiden Standorten waren die Unterschiede zwischen den umgelagerten Böden gering und nicht nach einer Richtung orientiert, so daß keine echten Unterschiede bestehen dürften.

Von den 30 möglichen Vergleichen der Standortssummen ergeben 24 größere Entzüge in Hohenheim. Von den sechs Ausnahmen entfallen drei auf P und je eine auf N, K und Ca.

Vergleicht man die Entzüge in den Versuchsreihen (waagrecht), dann stellt man bei N, K, Ca und Mg stets höhere Entzüge in Versuchsreihe II fest, bei P jedoch nur in Hohenheim. Auch die Mg-Gehalte auf beiden Gartenböden machen eine Ausnahme.

Die Überlegenheit von Versuchsreihe II kam dadurch zustande, daß b_1 bei NPK stets über b_2 und daß a_2 bei Ca und Mg stets und zum Teil sehr hoch über a_1 lag. Die höheren NPK-Entzüge in der Teilreihe b_1 im Vergleich zu b_2 sind hauptsächlich durch die höheren Erträge und Entzüge von Winterweizen und Alexandrinercklee im ersten Versuchszeitraum entstanden, die höheren Ca- und Mg-Entzüge hauptsächlich durch die höheren Entzüge von Futterrüben und Sommergerste (Ca) bzw. von Futterrüben, Hafer und Senf 1964 (Mg) im zweiten Versuchszeitraum.

Da die Ca- und Mg-Entzüge nicht nur in a_2 , sondern mit wenigen Ausnahmen (Ca Hgw, Hl und Hg) auch in b_2 größer waren als in a_1 bzw. b_1 , ist mit Sicherheit anzunehmen, daß die Ca- und Mg-Entzüge durch die Düngung mit Mg-Branntkalk und Bittersalz im zweiten Zeitraum stärker beeinflusst wurden, weil die Früchte des zweiten Zeitraums von zwei, die des ersten Zeitraums nur von einer Ca- und Mg-Düngung profitieren konnten.

Die Überlegenheit der Entzüge in a_2 gegenüber a_1 und bei NPK in b_1 gegenüber b_2 wird in Tabelle 18 nochmals zusammengefaßt dargestellt. Auch die größeren Entzüge bei Ca und Mg in b_2 gegenüber b_1 , mit Ausnahme von Ca in

Tabelle 18 Nährstoffentzug in kg/ha und Trm.-Ertrag in dz/ha im Mittel der Standorte Hohenheim (H) und Lindenhof (L) in den Teilreihen a_1 und b_1 (1959 bis 1961) bzw. a_2 und b_2 (1962 bis 1964)

Nährstoff	H		L		H		L	
	a_1	a_2	a_1	a_2	b_1	b_2	b_1	b_2
N	677	662 -	602	603 ±	688	556 -	666	576 -
P	262	277 +	291	254 -	208	149 -	207	183 -
K	1648	1722 +	1461	1581 +	1165	774 -	1157	868 -
Ca	358	464 +	300	452 +	349	342 -	280	376 +
Mg	120	137 +	94	116 +	69	78 +	60	77 ±
Ertrag	452	443 -	409	398 -	326	291 -	310	317 +

Anmerkungen:

- Teilreihe a = Sommergerste, Senf—Futterrüben—Hafer, Senf; Teilreihe b = Kartoffeln—Winterweizen, Senf—Alexandrinercklee.
- + — = Mehr- bzw. Minderentzüge (-erträge) von a_2 und b_2 gegenüber a_1 bzw. b_1 .

Hohenheim, kommen hier zum Ausdruck. Der Vergleich mit den Trockenmasseerträgen zeigt, daß bei geringen Ertragsunterschieden relativ große Unterschiede in den Entzügen vorkommen können.

Nährstoffaufnahme und Ertragsbildung laufen also nicht immer parallel. Da sie zeitlich zum Teil nacheinander, zum Teil nebeneinander ablaufen, wird ihr Verhältnis zueinander offenbar durch Witterungseinflüsse und andere Faktoren, z. B. Wurzelwachstum und Bestandesdichte, mitbestimmt.

Die Beziehungen zwischen Trockenmasseertrag, Nährstoffgehalt und Nährstoffentzug gehen aus den Abbildungen 7 bis 11 hervor¹.

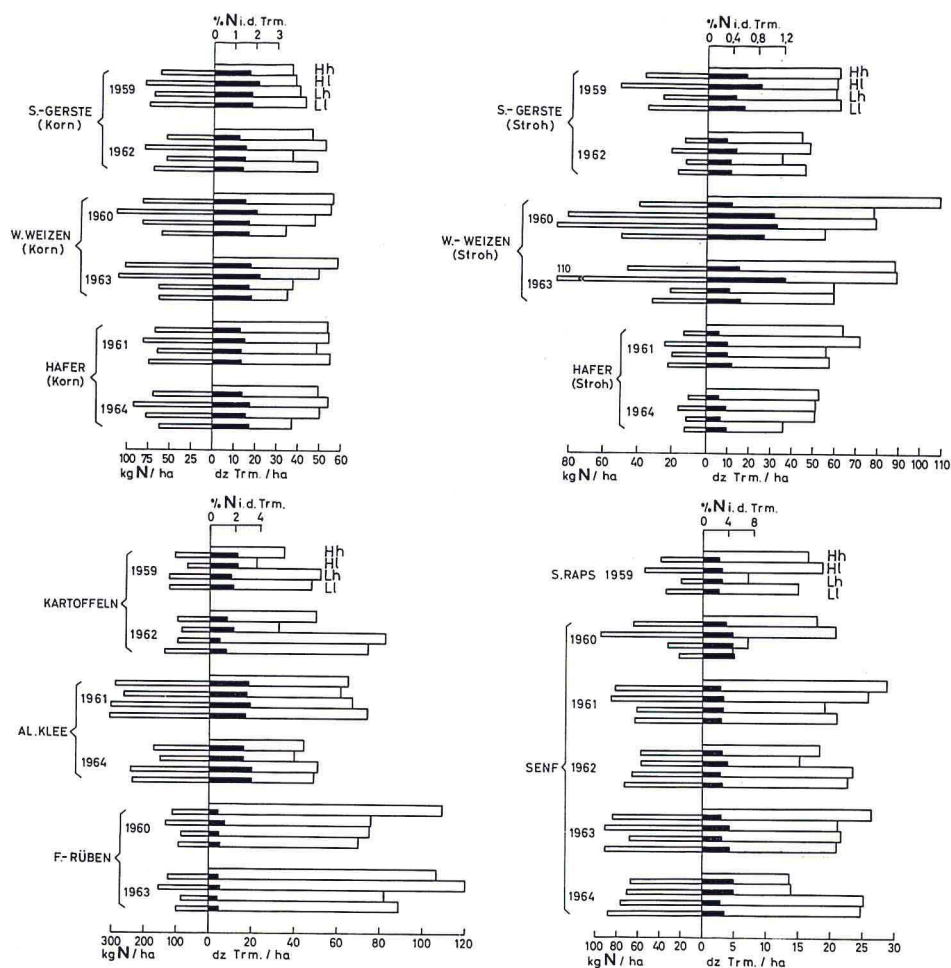


Abb. 7. Stickstoffgehalte in Prozent der Trm., Stickstoffentzüge in kg N/ha und Erträge in dz Trm./ha bei Getreide, Hackfrüchten, Klee und Senf auf den Böden Hh, Hl, Ll und L, 1959 bis 1964

¹ Die Werte für Kartoffelkraut und Rübennblatt sind hierin nicht enthalten.

Bei den Getreidearten waren die Schwankungen der Nährstoffgehalte im Stroh größer als im Korn. Die Stickstoffgehalte im Korn (Abb. 7) waren auf Hl immer und auf Ll in zwei Fällen höher als auf Hh und Lh. In Verbindung mit hohen Kornerträgen wurden deswegen auf Hl stets die höchsten N-Entzüge erzielt.

Im Getreidestroh wiederholten sich beim Stickstoff die im Korn gefundenen Tendenzen. Die l-Böden waren den vergleichbaren h-Böden mit einer Ausnahme (Ll 1960) überlegen, in einem Fall (Lh-Ll 1962) gleichwertig. Daher wiesen die l-Böden auch — mit Ausnahme von Ll 1960 — die höchsten Stickstoffentzüge auf, allerdings unter der Voraussetzung, daß man nur die Werte der beiden Böden eines Standorts miteinander vergleicht.

Der Einfluß des Bodenstickstoffs war bei Kartoffelknollen und Rübenkörpern durch höhere N-Gehalte auf den l-Böden angedeutet. Beim Alexandrinerklee wurde der N-Gehalt anscheinend durch den Bakterienstickstoff im Vergleich zur Ertragshöhe stark erhöht und der Einfluß des Bodenstickstoffs überdeckt.

Im N-Gehalt des Rübenblattes kam der höhere N-Gehalt der l-Böden wieder deutlich zum Ausdruck, und zwar in beiden Versuchsjahren. So wiesen die Böden Hl und Ll 1960 und 1963 die höchsten N-Entzüge auf, wobei 1960 Hh und Lh größere Blatterträge brachten als Hl bzw. Ll. Dagegen brachten 1963 die l-Böden mit größerem Abstand die größeren Blattmassen hervor.

Die erheblichen Ertragsunterschiede zwischen Böden und Standorten hatten bei Sommerraps und Senf als Sommerzwischenfrucht in den Nährstoffgehalten weniger Parallelen als bei den Hauptfrüchten. Die N-Gehalte waren auf den vergleichbaren Böden sehr einheitlich; erst ab 1962 waren ähnliche Tendenzen wie bei den Hauptfrüchten erkennbar, nämlich 1962 und 1963 höhere N-Gehalte auf den l-Böden und 1964 deutliche Standortsunterschiede.

Die P-Gehalte (Abb. 8) im Getreidekorn waren gleichmäßiger, die Entzüge daher meistens ein direktes Spiegelbild der Erträge. Eine leichte Überlegenheit der P-Gehalte auf Hl und Ll im Vergleich zu Hh bzw. Lh ist mit zwei Ausnahmen angedeutet.

Die P-Gehalte im Stroh zeigten in neun von zwölf möglichen Fällen — wie im Korn — höhere Werte auf den l-Böden; in zwei Fällen waren sie geringer als auf den h-Böden und in einem Fall gleich hoch. Hierin kamen die höheren P-Gehalte und wohl auch die gute Verfügbarkeit der Phosphorsäure auf den humosen l-Böden zum Ausdruck.

Bei Hackfrüchten und Klee lagen die P-Gehalte — wie beim Getreide — auf allen Böden näher beieinander, so daß die P-Entzüge in der Regel das Spiegelbild der Trockenmasseerträge darstellen. Wenn Abweichungen vorkamen, dann wurden sie durch die höheren P-Gehalte der l-Böden (Ll 1960, Ll 1962, Ll 1964) hervorgerufen. Die P-Gehalte der Rübenblätter waren ebenso wie der P-Entzug 1960 und 1963 auf Hl bzw. Ll größer als auf Hh bzw. Lh.

Die Kaligehalte im Getreidekorn (Abb. 9) zeigten interessante Tendenzen: Bei Sommergerste in beiden Jahren (1959 und 1962) eine auffallende Überlegenheit des Standorts H, bei Winterweizen 1960 und 1963 von Hl und Ll gegen Hh bzw. Lh und bei Hafer 1961 von Hh und Lh gegen Hl und Ll. Die völlige Übereinstimmung zwischen beiden Versuchsjahren wurde dadurch verhindert,

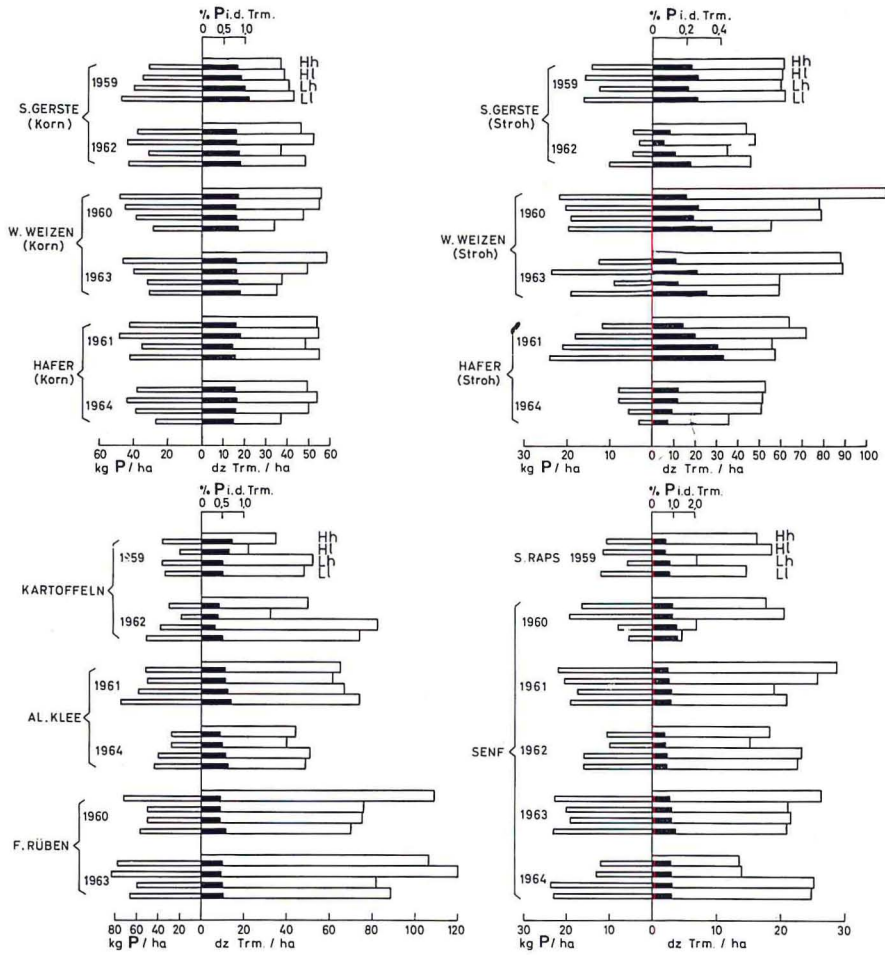


Abb. 8. P₂O₅-Gehalte in Prozent der Trm., P₂O₅-Entzüge in kg/ha und Erträge in dz Trm./ha bei Getreide, Hackfrüchten, Klee und Senf auf den Böden Hh, Hl, Lh und Ll, 1959 bis 1964

daß Hafer 1964 — wie die Sommergerste — deutliche Standortsunterschiede in den K-Gehalten aufwies und damit von den Gehalten 1961 abwich.

Die K-Gehalte im Stroh spiegeln in allen Fällen die höheren K-Gehalte der l-Böden wider. Wenn sie in zwei Fällen nicht die höchsten K-Entzüge aufwiesen, dann lag das an den geringeren Erträgen von Ll bei Weizenstroh 1960 und Haferstroh 1964. Hieraus leitet sich natürlich die Frage ab, welche Faktoren auf den l-Böden mehrfach die Erträge begrenzen, wenn schon die N-, P-, K- und Humusgehalte neben den pH-Werten günstiger sind als auf den h-Böden. Am ehesten kämen Bor- und Mg-Mangel in Frage, der allerdings nur an den Rüben 1960 auf Hl ganz einwandfrei nachgewiesen werden konnte. Außerdem kamen am Senf Mg-Mangelercheinungen vor.

Im Kaligehalt der Kartoffeln, des Klees und der Rüben 1960 kam wieder der höhere K-Gehalt der l-Böden, bei Klee sogar sehr stark zum Ausdruck. Bei den

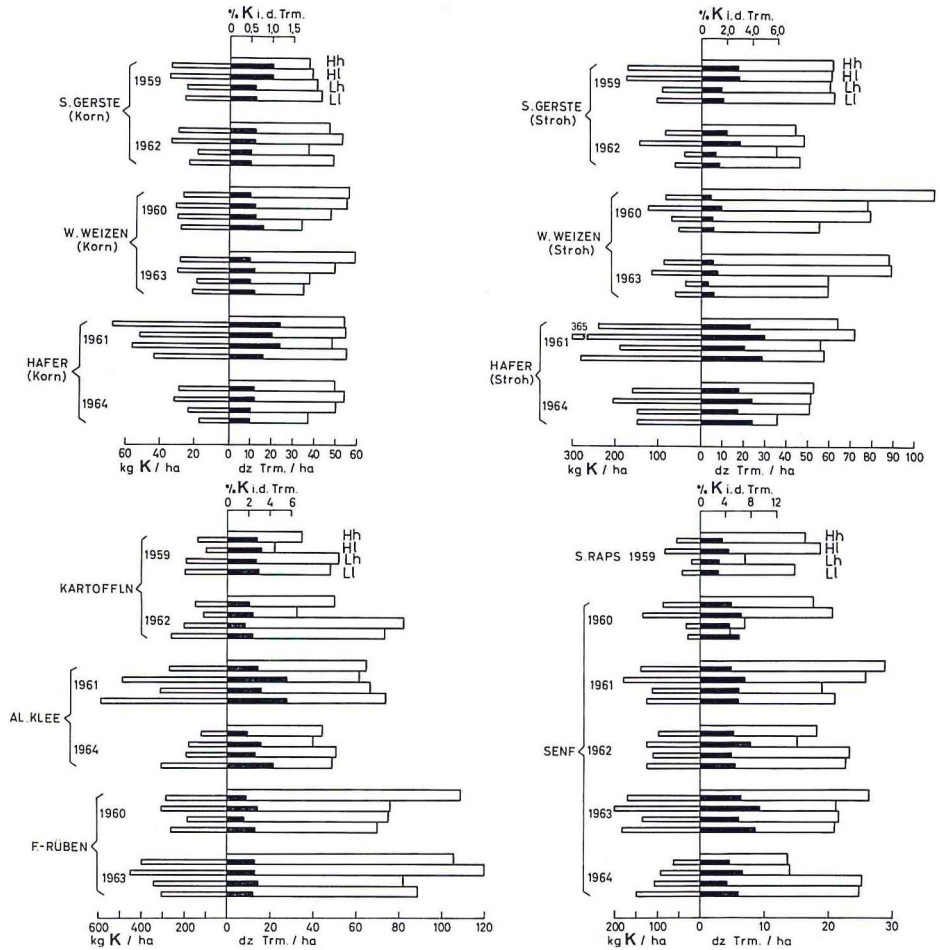


Abb. 9. K₂O-Gehalte in Prozent der Trm., K₂O-Entzüge in kg/ha und Erträge in dz Trm./ha bei Getreide, Hackfrüchten, Klee und Senf auf den Böden Hh, Hl, Lh und Ll, 1959 bis 1964

Rüben 1963 zeigten sich diese charakteristischen Unterschiede nicht. Hierzu muß man allerdings noch den Gehalt der Blätter mit berücksichtigen. Sie wiesen in beiden Versuchsjahren auf den l-Böden wesentlich höhere K-Gehalte und -Entzüge als auf den h-Böden auf. Dabei liegt Ll sogar dann an der Spitze, wenn man die vier Böden beider Standorte in Betracht zieht.

Im Kaligehalt der Zwischenfrüchte lagen die Werte in ähnlicher Richtung wie bei den Hauptfrüchten. Allerdings waren sie, wie bei allen Nährstoffen, bei den Zwischenfrüchten bedeutend höher. Diese Tatsache erklärt sich daraus, daß die Nährstoffaufnahme der Trockenmassebildung voraussetzt und daß es dann infolge kalter Herbstwitterung nicht mehr zu einer stärkeren Trockensubstanzbildung kommen kann.

Die Ca-Gehalte (Abb. 10) im Getreidekorn wiesen keine auffallenden Bodenunterschiede und nur bei Sommergerste 1959 deutliche Standortunterschiede auf.

Um so stärker fielen die Unterschiede bei allen drei Arten von Jahr zu Jahr ins Gewicht. Da sowohl 1959 als auch 1964 auffallend niedrige Werte auftraten, scheidet die Düngung als Ursache für diese Gehaltsunterschiede eigentlich aus; sie müssen vielmehr witterungsbedingt sein, zumal diese Unterschiede, wenn auch in den Relationen etwas abgeschwächt, ebenfalls im Ca-Gehalt des Strohes zum Ausdruck kamen.

Die Ca-Gehalte im Stroh waren in elf von zwölf Fällen auf den l-Böden höher als auf den h-Böden, wenn auch in einigen Fällen die Unterschiede nur gering waren, z. B. beim Hafer 1961. Die Standortsunterschiede, die 1959 im Ca-Gehalt des Gerstenkorns festgestellt wurden, wiederholten sich auch im Stroh.

Im Ca-Gehalt von Klee und Hackfrüchten waren Bodenunterschiede nur beim Klee festzustellen, und zwar brachten die h-Böden höhere Gehalte als die l-Böden hervor. Standortsunterschiede waren weniger auffällig; lediglich beim

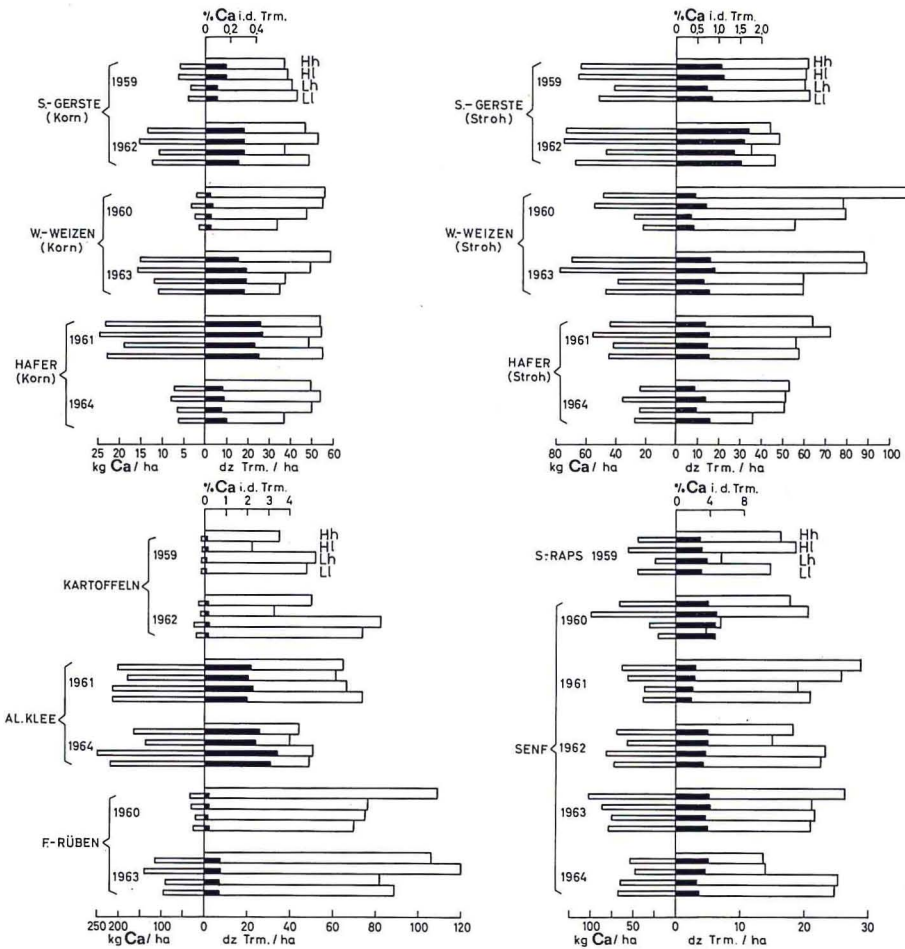


Abb. 10. CaO-Gehalte in Prozent der Trm., CaO-Entzüge in kg/ha und Erträge in dz Trm./ha bei Getreide, Hackfrüchten, Klee und Senf auf den Böden Hh, Hl, Ll und Ll, 1959 bis 1964

Klee 1964 war L stärker überlegen. Dafür wiederholten sich bei den Rüben die schon beim Getreide festgestellten, wahrscheinlich witterungsbedingten Jahresunterschiede: Bei etwas höheren Trockenmasseerträgen wurden auf allen Böden 1963 im Vergleich zu 1960 die drei- bis vierfachen Ca-Gehalte und -Entzüge festgestellt. Die Ca-Gehalte der Blätter wiesen weder eindeutige Standorts- noch Bodenunterschiede auf.

Der Ca-Gehalt im Senf zeigte bei sonst gleichmäßig hohen Werten als einzige Besonderheit 1961 auffallend niedrige Werte.

Die Mg-Gehalte (Abb. 11) des Kornes waren ziemlich einheitlich, die Unterschiede zwischen den Böden gering und wahrscheinlich durch die unterschiedliche Einlagerung von Kohlenhydraten bei der Ertragsbildung zufällig entstanden. Welche Gehaltsunterschiede von Jahr zu Jahr möglich sind, sieht man beim Hafer: Trotz durchschnittlich höherer Erträge wies das Haferkorn 1961 nur ein Sechstel bis ein Drittel, das Haferstroh ebenfalls nur ein Viertel bis etwa die Hälfte der Mg-Gehalte von 1964 auf.

Bei Kartoffeln und Rüben waren die Mg-Gehalte in der Erntetrocknmasse 1962 und 1963 auf den l-Böden deutlich höher. Diese höheren Werte im zweiten Versuchszeitraum sind wahrscheinlich auf die zusätzliche Mg-Düngung der ursprünglich Mg-armen l-Böden zurückzuführen. Dagegen war der Alexandrinerklee, vielleicht infolge seines leistungsfähigeren und tiefergreifenden Wurzelnetzes, in der Lage, aus den h-Böden mehr Mg zu entziehen, die von Natur aus in der Krume *und* im Untergrund reichlich Mg enthalten. Die beim Mg-Gehalt des Hafers festgestellten sehr großen Jahresunterschiede zeigten sich in ähnlicher Größenordnung auch beim Alexandrinerklee zwischen den Mg-Gehalten der Jahre 1961 und 1964.

Im Rübenblatt lagen die Mg-Gehalte — wie beim Senf — auf den h-Böden höher als auf den l-Böden. In den Entzügen wurden allerdings die h-Böden nur dann überlegen, wenn sie (1960) höhere Erträge als die l-Böden brachten.

Die Jahresunterschiede im Ca-Gehalt des Senfs wiederholten sich beim Mg-Gehalt, der 1961 sehr niedrig und 1964 in Hohenheim sehr hoch war. Allerdings wurden 1961 ziemlich hohe und 1964 infolge der Trockenheit im Sommer und Herbst in Hohenheim nur mäßige Erträge erzielt. In elf von zwölf möglichen Vergleichen wurden auf den h-Böden höhere Mg-Gehalte festgestellt.

Diskussion

Die in der ersten Auswertung geäußerten Bedenken, daß sich die umgelagerten Böden verhältnismäßig schnell den neuen Standortverhältnissen angleichen könnten, wurden durch die Bodenuntersuchungen der ersten sechs Versuchsjahre nicht bestätigt. Die charakteristischen Unterschiede blieben erhalten.

Größere Veränderungen in den Nährstoffgehalten waren durch Düngung und Entzug bedingt, besonders auffallend bei den Kaligehalten der Gartenböden. Das ist aber bei den hohen Anfangsgehalten einerseits und bei dem Aufnahmevermögen der Versuchspflanzen andererseits erklärlich und rechnerisch zu begründen.

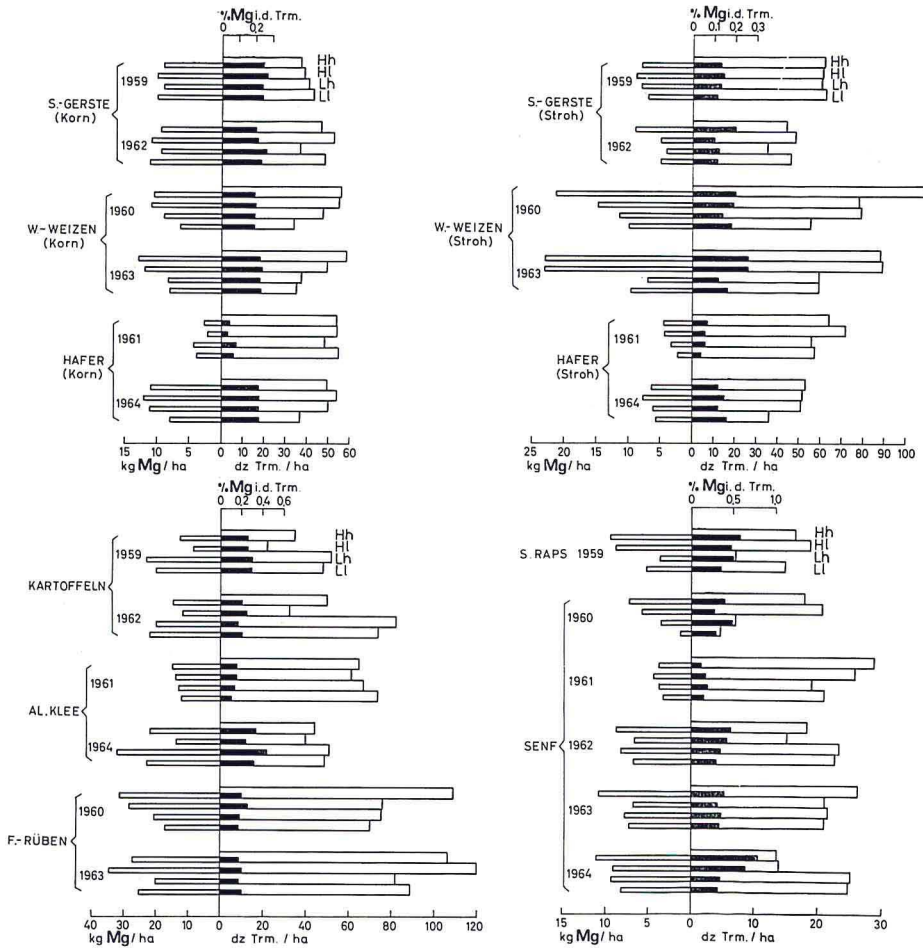


Abb. 11. MgO-Gehalte in Prozent der Trm., MgO-Entzüge in kg/ha und Erträge in dz Trm./ha bei Getreide, Hackfrüchten, Klee und Senf auf den Böden Hh, Hl, Lh und Ll, 1959 bis 1964

Unbefriedigend blieb die Begründung der Ertragsunterschiede durch Herstellung von Kausalbeziehungen zu den Einzelfaktoren des Bodens und des Witterungsverlaufs. Hier ist man auf Kombinationen angewiesen, die auch bei exakter Arbeitsweise und sorgfältiger Beobachtung der letzte Ausweg bei der Deutung der Zusammenhänge bleiben. Jedoch ließe sich durch eine planmäßige Zusammenarbeit von Spezialisten noch manches verbessern. Gleichwohl würden es viele Vertreter der exakten Naturwissenschaften sicher ablehnen, unter derartig „undurchsichtigen Bedingungen“ zu arbeiten (WALTHER 1949). Andererseits haben Experimente unter definierten Bedingungen in Klimakammern oder ähnlichen Einrichtungen nur eine begrenzte Aussagekraft, so daß wohl beide Methoden ihre Berechtigung behalten werden.

Unbefriedigend sind auch die Erkenntnisse, die aus den Nährstoffgehalten und -entzügen der Versuchspflanzen abgeleitet werden konnten. Trotz großer

Aufwendungen und intensiver Bemühung um Auswertung und Darstellung war über eine Beschreibung der Ergebnisse und eine vorsichtige auf Kombinationen beruhende Deutung kaum hinauszukommen.

Zu besseren Ergebnissen käme man, wenn man bei den gleichen Früchten die Düngung variieren könnte, was bei zwei Standorten mit je vier verschiedenen Böden entweder zu kleine Versuchsflächen oder sehr große Aufwendungen, insbesondere durch Kastenanlagen und Bodentransporte, aber auch durch Analysen und Versuchsarbeiten bedingen würde.

Zusätzliche Probleme ergaben sich in der Versuchszeit. So litten die Futterrüben 1960 in Hohenheim auf dem Lindenhofer Boden (Hl) an einem derartigen Bor- und Magnesiummangel, daß ganze Rübenkörper verfaulten und die Blätter abstarben. Andere Rüben erlitten \pm große Schäden, wenige blieben auch ganz gesund. Auf dem Lindenhof traten auf dem gleichen Boden (Ll) nicht die geringsten Schäden auf, obgleich beide Böden vorher fünfmal sorgfältig mit einem Bagger durchmischt und dann auf beiden Standorten getrennt eingelagert wurden und dieselben Düngermengen erhalten hatten.

In einem unmittelbar anschließend mit dem Boden von Hl in Hohenheim angesetzten Gefäßversuch gelang es bei derselben Futterrübensorte nicht, sichtbare oder am Ertrag meßbare Bor- oder Mg-Mängel zu induzieren.

Hiernach können es eigentlich nur Witterungsfaktoren gewesen sein, die im Zusammenhang mit unterschiedlicher Ertragsbildung die Entstehung von Mängeln begünstigt bzw. verhindert haben.

Als positives Ergebnis dieser Versuche darf festgestellt werden, daß die Abgrenzung der Einflüsse auf Ertragsbildung, Ertragshöhe und Qualität des Erntegutes von Boden zu Boden, von Standort zu Standort und zwischen Böden und Standorten in zuverlässiger Weise möglich war. Allerdings können Böden und Standorte nur als Wirkungskomplexe angesehen werden. Es gelang nur in Ausnahmefällen, die Wirkung einzelner Faktoren aus diesen Komplexen zu isolieren.

Insgesamt bieten ökologische Untersuchungen nur selten Gelegenheit zu klaren und eindeutigen Lösungen, wie sie im physiologischen Experiment vorkommen. Dafür bietet aber der Zwang zu umfangreichen Messungen und laufender, sorgfältiger Beobachtung aller Vorgänge und Erscheinungen dem Ökologen wohl tiefere Einblicke in die Zusammenhänge des biologischen Geschehens. Auch liegt es in der Natur dieser Untersuchungen, daß das Blickfeld weiter sein muß.

Zusammenfassung

In einem Kastenversuch mit verschiedenen Böden wurde ein Vergleich der Standorte Hohenheim (400 m über NN) und Oberer Lindenhof/Alb (700 m über NN) durchgeführt.

Der Versuch diente dazu, die Wirkung der Witterung und des Bodens auf Ertragsbildung und Erträge verschiedener landwirtschaftlicher Kulturpflanzen gegeneinander abzugrenzen. Über die ersten drei Versuchsjahre (1959 bis 1961) wurde bereits berichtet. Diese Arbeit enthält die Ergebnisse der zweiten Versuchshälfte und die gemeinsame Auswertung des ganzen Versuchs.

Von 1959 bis 1964 wurden in zwei parallelen Versuchsreihen (I, II) die gleichen Teilkombinationen, nur in umgekehrter Reihenfolge, angebaut:

- I = Sommergerste, Senf—Futterrüben—Hafer, Senf—Kartoffeln—Winterweizen, Senf—Alexandrinerklee.
II = Kartoffeln—Winterweizen, Senf—Alexandrinerklee—Sommergerste, Senf—Futterrüben—Hafer, Senf.

Der Anbauort und damit die Witterung beeinflussten die Erträge in der Regel stärker als der Boden. Dabei wurden aber die höchsten Erträge von Kartoffeln und Alexandrinerklee auf dem Lindenhof erzielt.

Die Sommergerste ergab geringere Ertragsdifferenzen zwischen Hohenheim und dem Lindenhof, der Hafer etwas größere mit höheren Erträgen in Hohenheim. Nur für Winterweizen und Futterrüben ergab sich stets eine eindeutige Überlegenheit in Hohenheim.

Der Senf war auf dem Lindenhof dann überlegen, wenn eine warme und trockene Herbstwitterung vorherrschte. Auch bei den Erträgen anderer Kulturpflanzen können in warmen und trockenen Vegetationszeiten die höheren Niederschläge und die geringere Verdunstung zugunsten des Oberen Lindenhofs, in feuchten und kühlen Sommern die höheren Temperaturen zugunsten von Hohenheim entscheiden.

Die Temperatursummen erreichten auf dem Lindenhof in den letzten drei Vegetationsperioden nur 74 bis 79 % von denen in Hohenheim, die Niederschläge in Hohenheim nur 62 bis 71 % von denen auf dem Lindenhof.

Der Wärmemangel verzögerte die Ernte der meisten Früchte auf dem Lindenhof um ein bis drei Wochen. Diese Verzögerung war jedoch dann nicht gleichbedeutend mit Mindererträgen gegenüber Hohenheim, wenn die Wärme- und Feuchteansprüche in einer verlängerten Vegetationszeit auf dem Lindenhof noch voll erfüllt wurden.

Die Vegetationszeit war auf dem Lindenhof kühler und kürzer als in Hohenheim, die Wachstumsdauer der einzelnen Kulturpflanzen aber zum Teil bedeutend länger.

In den Gesamterträgen 1959 bis 1964 war Versuchsreihe I der Versuchsreihe II in Hohenheim etwas unter-, auf dem Lindenhof etwas überlegen. Die Unterschiede waren sehr gering. Diese annähernde Gleichwertigkeit kam zustande, obgleich die einzelnen Früchte in den einzelnen Anbaujahren doch recht verschiedenen Witterungsbedingungen ausgesetzt waren.

Aus dieser Tatsache und aus den gut übereinstimmenden Einzelerträgen derselben Früchte in den beiden Versuchsabschnitten kann mit entsprechender Vorsicht gefolgert werden, daß die in den sechs Versuchsjahren gefundenen Erträge und Ertragsdifferenzen auf den Standorten Hohenheim und Lindenhof in ähnlicher Größe auch in Zukunft zu erwarten sind.

Von den meisten Früchten brachte der Hohenheimer Boden höhere Erträge als der Lindenhof. Lediglich bei Sommergerste und Futterrüben war es umgekehrt. Einen exakten Vergleich erlauben natürlich nur die umgelagerten Böden, deren Erträge getrennt oder summiert für beide Standorte betrachtet werden können.

Auf demselben Standort rangierten in der Regel die Erträge der gewachsenen hinter denen der umgelagerten Böden.

Die aus Kompost, Hohenheimer Boden und Sand künstlich hergestellten nährstoffreichen Gartenböden brachten in beiden Versuchszeiträumen die höchsten Erträge, und zwar in Versuchsreihe I auf dem Lindenhof, in Versuchsreihe II in Hohenheim. Die Erträge des Gartenbodens auf dem Lindenhof waren stets höher als auf allen „natürlichen“ Böden, auch in Hohenheim; der Einfluß ungünstiger Witterung konnte also in den hier gegebenen Grenzen durch die Bodenfruchtbarkeit überkompensiert werden.

Auf den Gartenböden wurde, bei häufig überhöhten Nährstoffgehalten, der höchste Nährstoffentzug festgestellt, der geringste meist auf den gewachsenen Böden. Das zeigte sich besonders beim Vergleich der gewachsenen Böden mit den umgelagerten desselben Ursprungs.

Im Vergleich der umgelagerten Böden wurden auf den Lindenhofer Böden meistens die höchsten NPK-Gehalte und, trotz häufiger Ertragsunterlegenheit, die größten Nährstoffentzüge ermittelt.

In den Ca- und Mg-Gehalten wurden in Getreide, Rüben, Klee und Senf mehrfach sehr große Jahresunterschiede, in Sommergerste und Klee auch Standortsunterschiede gefunden.

Bodenunterschiede zeigten sich im Getreidestroh in höheren Ca-Gehalten auf den Lindenhofer Böden, im Klee in höheren Ca- und Mg-Gehalten auf den Hohenheimer Böden. Kartoffeln und Rüben erreichten auf den Lindenhofer, Rübenblatt und Senf auf den Hohenheimer Böden höhere Mg-Gehalte. Dennoch wurden die Unterschiede in den Ca- und Mg-Entzügen stärker von den Unterschieden in den Erträgen bestimmt.

Summary

A Comparative Study of the Influence on Yield of Soil and Weather Conditions in Two Localities

A comparison was made between Hohenheim (400 m above sea level) and Oberer Lindenhof/Alb (700 m above sea level) as different sites for crop production using various soils in a box experiment.

The purpose of the experiment was to compare the effect of soil and weather on the productivity and yield of various agricultural crop plants.

A report has already been made on the first three years of the experiment (1959—1961). The following is a record of the results from the second half of the experiment, together with a general evaluation of the results for the whole period.

From 1959 to 1964 the same crop combinations were grown in two parallel experimental series I and II, but in reverse order.

	1959	1960	1961	1962	1963	1964
I	Spring barley Mustard	Turnips	Oats Mustard	Potatoes	Winter wheat Mustard	Alexandra clover
II	Potatoes	Winter wheat Mustard	Alexandra clover	Spring barley Mustard	Turnips	Oats Mustard

Locality and associated weather conditions usually affected the yields more than did the soil, and because of this the highest yields of potatoes and Alexandra clover were obtained on the Lindenhof.

Spring barley yields showed smaller differences between Hohenheim and Lindenhof, but with oats the differences were somewhat greater, with higher yields at Hohenheim. Only with winter wheat and turnips was there a clear and consistent superiority of yield at Hohenheim.

Mustard yields were superior at Lindenhof in years, when the autumn was generally warm and dry. In the case of other crops, during years with a warm and dry vegetation period, yields were better at Lindenhof, because of its higher rainfall and lower evaporation, whereas in wet and cold summers the higher temperatures at Hohenheim gave better results.

Temperature totals reached at Lindenhof during the last three vegetation periods were only 74—79 % of those in Hohenheim, and total rainfall at Hohenheim was only 62—71 % of that at Lindenhof.

Lack of warmth delayed the harvest of most crops on the Lindenhof by from 1—3 weeks. This delay, however, did not involve correspondingly lower yields compared with Hohenheim, provided of course that the warmth and moisture requirements of this longer vegetation period at Lindenhof were adequately met.

The vegetation period at Lindenhof was colder and shorter than at Hohenheim, but at the same time the duration of growth for individual crops was in some cases significantly longer.

Over the whole period (1959—1964) total yields on experimental Series I at Hohenheim were somewhat lower than for Series II, but at Lindenhof the results for Series I were slightly better, though the differences were slight. These approximately equal results occurred even though the individual crops in individual years were exposed to markedly different weather conditions.

From these facts, and from the closely related individual yields of the same crops in both sections of the experiment, it can be concluded with all appropriate reservations, that the yields during the six years of the experiment, and also the differences in yield between Hohenheim and Lindenhof, may be expected to be maintained in future years.

For most crops the Hohenheim soils gave higher yields than Lindenhof soils. The only exceptions were spring barley and turnips, where the position was reversed. An exact comparison is, of course, only possible on the translocated soils with the yields for the two localities compared both for individual crops and as a combined total.

In the same locality yields on undisturbed soil were, in general, lower than those on soil which had been translocated.

Garden soils, prepared by mixing compost, Hohenheim soil and sand, were rich in nutrients and gave the highest yields during both experimental periods, the best results being obtained in Series I experiment at Lindenhof and in Series II at Hohenheim. The yields from the garden soil at Lindenhof were consistently higher than on any of the "natural" soils at both Lindenhof and Hohenheim; the effect of unfavourable weather within the present limits can thus be more than compensated for by improved soil fertility.

The highest amounts of nutrient uptake were found with garden soils, where frequently crops showed excessively high nutrient contents, whilst the lowest amounts of nutrient uptake were frequently found on the undisturbed soils. This was particularly to be noted in comparisons between undisturbed and translocated soils of the same origin.

In a comparison of translocated soils it was found that Lindenhof soils usually had the highest NPK contents, and in spite of frequently lower yields showed the greatest nutrient uptake.

In respect of Ca and Mg contents, cereals, turnips, clover and mustard all frequently showed very large annual variations, whilst spring barley and clover also showed marked differences between localities.

Soil differences were shown in cereal straw through the higher Ca contents on the Lindenhof soils, and in the case of clover by the higher Ca and Mg contents on the Hohenheim soils. Higher Mg contents were found on Lindenhof soils in the case of potatoes and turnips, and on the Hohenheim soils in the case of turnip leaves and mustard. However, differences in Ca and Mg uptake were more predominantly governed by differences in yields.

Literaturverzeichnis

1. BOGUSLAWSKI, E. VON, und K. O. LENZ, 1958: Untersuchungen über mechanische Widerstandsmessungen mit einer Rammsonde auf Ackerböden. 1. Mitt. Z. Acker- und Pflanzenbau 106, 245—256.
2. BROUWER, W., 1949: Steigerung der Erträge der Hülsenfrüchte durch Beregnung sowie Fragen der Bodenuntersuchung und Düngung. Z. Acker- und Pflanzenbau 91, 319 bis 346.
3. COURVOISIER, P., und H. WIERZEJEWSKI, 1954: Das Kugelpyranometer Bellani. Beiträge zur Strahlungsmeßmethodik. Arch. Meteorol., Geophys., Bioklimatol., Ser. B: Allg. biol. Klimatol., Wien, 5, 413—446.
4. RUNDFELDT, H., 1957: Über die Vorteile einer erweiterten Auswertung von Feldversuchen. Arb. DLG 44, 97—118.
5. VOIGTLÄNDER, G., 1964: Über die Abhängigkeit der Ertragsbildung und der Ertragshöhe bei einigen landwirtschaftlichen Kulturpflanzen von Boden und Klima in zwei verschiedenen Höhenlagen. Arb. Landw. Hochsch. Hohenheim 27. Eugen Ulmer, Stuttgart.
6. — —, 1964: Einflüsse der Witterung und des Bodens auf die Ernteerträge in einem Standortvergleich. Z. Acker- und Pflanzenbau 118, 215—250.
7. WALTER, H., 1949 und 1960: Einführung in die Phytologie. III. Grundlagen der Pflanzenverbreitung. 1. Teil: Standortlehre. 1. und 2. Aufl. Eugen Ulmer, Stuttgart.